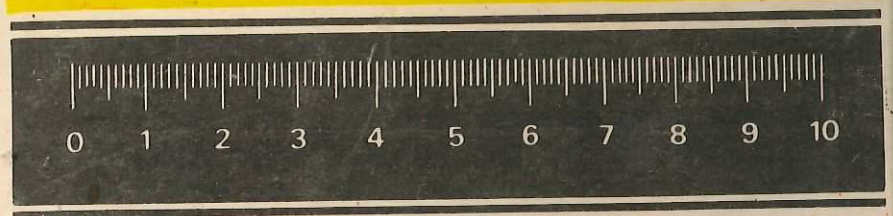
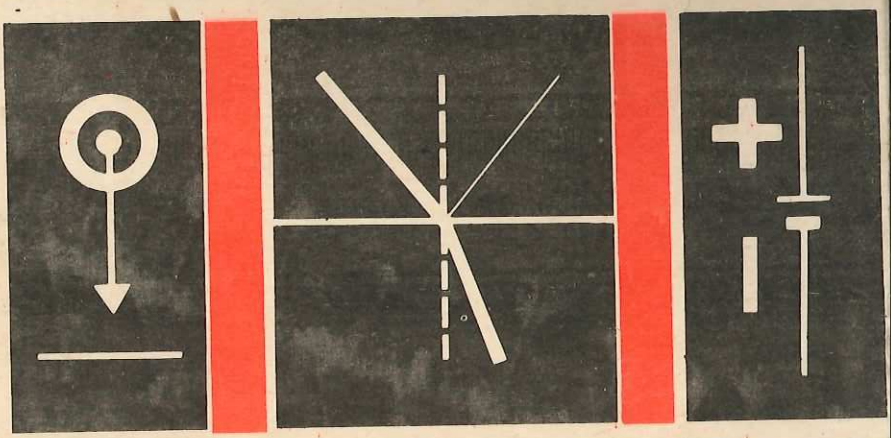
MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

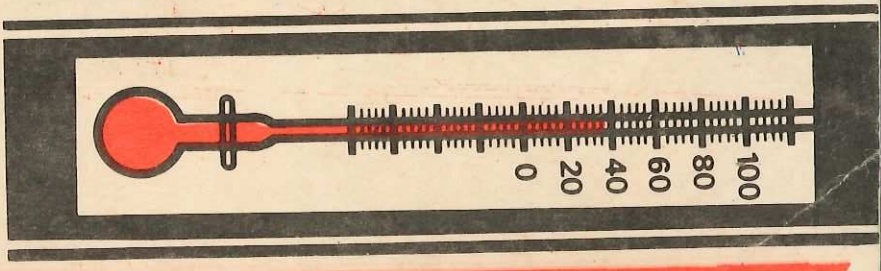
VI

# Fizică

Manual pentru clasa a VI-a






Editura Didactică și Pedagogică, București — 1988

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI

Dumitru Manda
Maria Stamate
Cornelia Fălie
Tudorel Ștefan

# Fizică

Manual pentru clasa a VI-a

Editura Didactică și Pedagogică — București

Manualul a fost elaborat pe baza programei aprobate de M.E.Î. cu nr. 3448/28 IV 1979 și avizat de Comisia de fizică a M.E.Î.

Cap. 1,2. și § 3.1. (cap. 3) au fost elaborate de **Dumitru Manda** — prof.
§ 3.2. (cap. 3) de **Maria Stamate** — prof.
§ 3.3. (cap. 3) de **Cornelia Fălie** — prof.
§ 3.4. (cap. 3) de **Tudorel Ștefan** — prof.

Referenți:
**C. Cristescu**, șef lucrări I. P. București
**I. Opran**, profesor

Redactor: prof. **Ileana Bîrsan**
Tehnoredactare și machetare: **Ilinca Prosan**
Desenator: **I. Danilov**
Coperta: **N. Sîrbu**

plan 34018
Nr. coli tipar : 8,5
Bun de tipar : 15.01. 1988

Tiparul executat sub comanda nr. 522 la Intreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918", str. Grigore Alexandrescu nr. 89-97 București, Republica Socialistă România

# Cuprins

**I. Introducere în lumea fizicii**

**II. Corp. Substanță. Proprietăți. Fenomen fizic**

2.1. Corp. Substanță. Proprietăți ..... 7
2.2. Proprietăți fizice măsurabile. Mărime fizică ..... 14
2.3. Fenomen fizic ..... 21
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 25

**III. Fenomene fizice**

3.1. Fenomene mecanice ..... 28
1. Mișcarea mecanică a corpurilor ..... 28
2. Inerție. Masă. Densitate ..... 38
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 45
3. Deformarea corpurilor. Greutatea corpurilor ..... 47
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 52
3.2. Fenomene termice ..... 53
1. Încălzire—răcire ..... 53
2. Dilatația ..... 57
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 64
3. Evaporarea. Condensarea. Fierberea ..... 65
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 69
4. Topirea. Solidificarea ..... 70
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 74
3.3. Fenomene electrice și magnetice ..... 74
1. Electrizarea ..... 74
Întrebări. Exerciții ..... 86
2. Magnetizarea ..... 87
Întrebări. Exerciții ..... 93
3. Curentul electric ..... 94
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 102

4. Efectele curentului electric ..... 103
Întrebări. Exerciții Probleme ..... 111
3.4. Fenomene optice ..... 112
1. Surse de lumină. Corpuri transparente și corpuri opace 112
2. Propagarea rectilinie a luminii. Fascicul luminos. Rază de lumină. Viteză de propagare ..... 114
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 118
3. Fenomenul de reflexie. Legea unghiurilor ..... 119
4. Oglinzi plane și oglinzi sferice ..... 121
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 126
5. Fenomenul de refracție—indice de refracție ..... 127
6. Refracția luminii printr-o lamă cu fețe plane și paralele 130
7. Refracția luminii printr-o prismă optică ..... 130
8. Culoarea corpurilor ..... 131
9. Refracția luminii prin lentile ..... 132
Întrebări. Exerciții. Probleme ..... 136

# I

# Introducere în lumea fizicii

## 1.1. Ce este fizica?

Dacă iarna ați adus în casă o bucată de gheață și ați pus-o într-un vas, după un timp bucata de gheață s-a transformat într-o anumită cantitate de apă. Dacă ați încălzit apa din vas, ați observat desigur că după un anumit timp apa a început să fiarbă, iar dacă ați continuat încălzirea, în cele din urmă, în vas v-a rămas foarte puțină apă. De ce s-a topit gheața? Unde a dispărut apa din vas?

În atelierul școlar puteți urmări cum o bară subțire de fier, încălzită într-un cuptor, capătă mai întîi o culoare roșie și apoi o culoare roșu spre alb (bara devine incandescentă). Bara încălzită devine moale și poate fi ușor adusă la orice formă. De ce bara încălzită s-a colorat? Ce face ca bara să devină mai moale?

De multe ori, vara, ați constatat cum norii de furtună sînt brăzdați de fulgere urmate de tunete puternice. Știți că anumiți nori aduc ploaia și că uneori după ploaie apare curcubeul, acel arc de lumină, frumos colorat, aruncat pe cer. Ce sînt și cum se formează fulgerele? Ce este tunetul? Cum se formează picăturile de ploaie? Cum se mișcă picăturile de ploaie pînă ajung pe pămînt? Ce este curcubeul?

Oamenii cunosc de multă vreme mișcarea planetelor în jurul Soarelui și mișcarea Lunii, satelitul natural al Pămîntului. Nu de mult timp s-au construit și lansat sateliți artificiali ai Pămîntului. Cum se mișcă un satelit artificial, care poate înconjura Pămîntul de multe ori fără să fie acționat de un motor? Cum se poate lansa un satelit?

Fizica oferă posibilitatea de a afla răspuns la aceste întrebări și la altele asemănătoare.

Multe descoperiri ale fizicii au fost puse în practică și transformate în invenții și realizări tehnice deosebite care au impulsionat puternic dezvoltarea societății omenești spre progres și civilizație: dinamul și motorul electric, becul electric, radioul și televiziunea sînt doar cîteva exemple din nenumăratele aplicații deosebit de importante ale fizicii.

Multe din întrebări, urmate de noi descoperiri, nici nu s-ar fi pus dacă fizica n-ar fi fost aplicată în practică.

Fizica este „ceva" care se construiește și reconstruiește mereu: noi întrebări determină noi răspunsuri și explicații, care apoi sînt urmate de aplicații în tehnică, în viața oamenilor.

Fizica s-ar putea compara cu o mare clădire în construcție. Deși unele părți ale construcției sînt bine făcute, frumoase și folositoare, altele sînt abia la început, sau sînt în proiect.

Uneori, una din încăperi apare ca nesigură sau neîncăpătoare pentru noile descoperiri, motiv pentru care ea este părăsită sau reconstruită. Dar, întregul edificiu are o temelie solidă; aceasta rămîne neschimbată, deși, deasupra, vor avea loc transformări.

Rostul manualelor de fizică și al profesorilor de fizică este acela de a vă arăta planul acestei construcții, de a vă face să înțelegeți ceea ce s-a făcut pînă acum și chiar ceea ce se află încă în lucru.

Oamenii care caută să dea răspuns la întrebări de felul celor de mai sus, care construiesc și folosesc în munca lor diferite instrumente, mai simple sau mai complexe, sînt fizicienii. Munca lor este deosebit de interesantă și utilă atît pentru că ne ajută să cunoaștem natura cît și datorită avantajelor pe care le aduc în viața oamenilor aplicațiile tehnice ale descoperirilor lor.

Poate, unii dintre voi, care începeți acum studiul fizicii, veți deveni fizicieni, mulți vă veți îndrepta spre domenii apropiate fizicii (biofizica, chimia-fizică, astrofizica) sau domenii ale tehnicii în care veți lucra cu aplicații ale fizicii (electronica, energetica, electrotehnica ș.a.).

Chiar dacă veți continua sau nu studiul fizicii dincolo de liceu, puteți afla în descoperirile fizicienilor despre natură și în aplicațiile acestor descoperiri o mulțime de lucruri interesante, care vă vor ajuta să înțelegeți lumea în care trăiți (mereu în schimbare și transformare) și asta pentru că fizica este mereu prezentă în activitatea zilnică a oamenilor.

# II

# Corp. Substanță. Proprietăți. Fenomen fizic

## 2.1. Corp, substanță, proprietăți

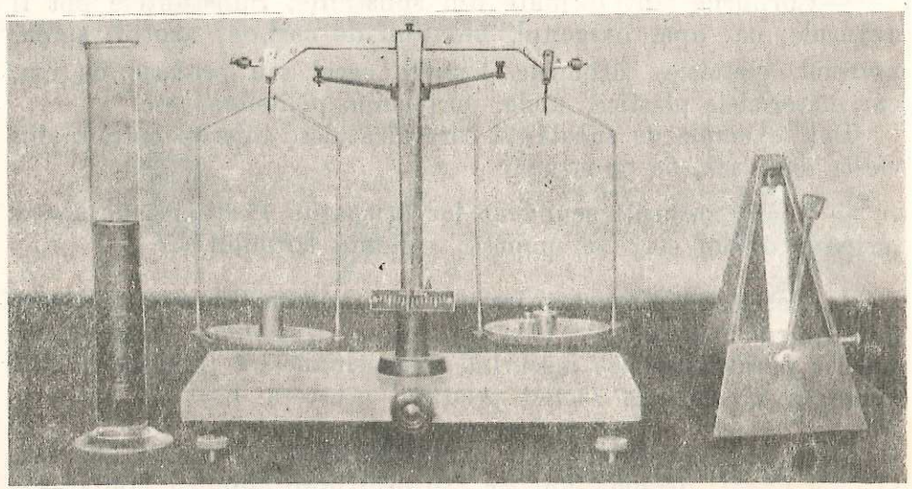
Se știe că pietrele din rîu, nisipul, cîmpia, dealurile, stîncile munților, norii, casele, fabricile și uzinele, florile, pomii, animalele, oamenii, aerul care în mișcarea sa formează vîntul, apa mărilor și oceanelor, mărul care cade din pom, Pămîntul, Luna, Soarele, stelele sînt corpuri.

*Natura este formată din corpuri.*

De existența corpurilor ne dăm seama cu ajutorul simțurilor noastre, datorită însușirilor, proprietăților, pe care acestea le au.

Vedem florile, norii de pe cer, casele și oamenii, sesizăm prezența unor obiecte într-o cameră întunecoasă cu ajutorul pipăitului, auzim trecerea unui vehicul pe stradă, simțim mirosul parfumului.

Unele corpuri „foarte mici" ca: firele de praf și microbii sau altele foarte depărtate de noi ca: planetele și stelele, pot fi



văzute mai bine numai cu ajutorul unor aparate construite în acest scop: microscoape, telescoape, lunete și altele.

Corpurile suferă necontenite schimbări și transformări. Topirea zăpezii, formarea brumei, descărcările electrice, deformarea arcurilor unei canapele, deplasarea vehiculelor sînt exemple de transformări ale corpurilor.

**Proprietăți.** Corpurile se deosebesc unele de altele prin anumite proprietăți care le sînt caracteristice. Astfel de proprietăți sînt: culoarea, gustul, mirosul, forma, rezistența la întindere și la comprimare (deformarea) etc.

De exemplu, granitul este o rocă de culoare cenușie, porfirul o rocă de culoare roșiatică, aluminiul și argintul sînt metale și au culoarea alb-argintie, plumbul este un metal de culoare cenușie etc.

Apa, laptele, mierea, cerneala sînt corpuri pe care le deosebim nu numai după culoarea lor specifică ci și după gustul lor precum și după proprietatea lor de a curge.

Gazul din butelie, gazul carbonic din sifon, aerul din cameră, vaporii de apă din ceainic sînt corpuri care nu au culoare dar au alte proprietăți prin care le putem deosebi de celelalte corpuri. De exemplu, gazul din butelie îl simțim după miros, gazul carbonic îl simțim după gust etc.

Puteți da și voi exemple de corpuri pe care le puteți deosebi unele de altele pe baza uneia din proprietățile menționate anterior?

În continuare vom prezenta cîteva proprietăți ale corpurilor al căror studiu va fi apoi reluat.

— Corpurile sînt formate din substanțe. Substanțele pot fi naturale, ca: apa, oxigenul, bioxidul de carbon, azotul, sarea, petrolul, metalele, cărbunele, lemnul, aerul sau produse de om, ca: materialele plastice, sticla, porțelanul, politeilena etc.

Dați exemple de substanțe care alcătuiesc diferite corpuri din clasă, de acasă, de pe stradă.

— Toate corpurile ocupă un loc în spațiu. Porțiunea de spațiu ocupată de un corp se numește volumul corpului.

În clasele anterioare ați învățat să măsurați volumul unui corp cu ajutorul unei mensuri (fig. 2.1.1) sau să calculați volumul corpurilor paralelipipedice măsurînd dimensiunile lor (lungimea, înălțimea și lățimea) și făcînd produsul acestora $V = l \cdot L \cdot i$.

Determinați volumul unei bucăți de cretă, al unui creion sau al unei bucăți de plastilină cu ajutorul unui cilindru gradat. Ce



valori ați găsit? Măsurați cu ajutorul unei rulete dimensiunile clasei voastre sau ale camerei în care locuiți și apoi calculați-le volumul.

— Corpurile au inerție. Vă aflați în picioare în autobuzul oprit în stație. Autobuzul pleacă brusc și simțiți că rămîneți în urmă, de parcă ați fi împinși înapoi. Autobuzul se află de cîtva timp în mișcare și la un moment dat este frînat brusc. Sînteți împinși înainte, în sensul de mișcare al vehiculului și dacă nu reușiți să vă prindeți de ceva puteți cădea. Același lucru îl observați la toți pasagerii din autobuz aflați în picioare sau la bagajele care nu sînt bine prinse în locurile lor.

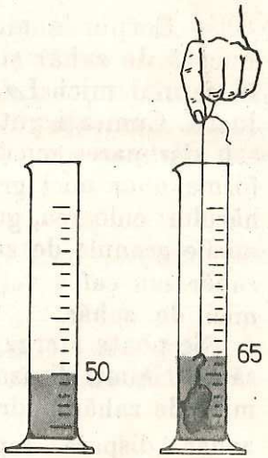


Fig. 2.1.1. Măsurarea volumului unui corp cu mensura.

Pe masa de lucru aveți un pahar plin cu apă. Puneți paharul în mișcare, brusc. Apa din pahar se varsă în spate, înapoi față de sensul de mișcare (fig. 2.1.2, *a*) deoarece tinde să rămînă pe loc, în repaus.

Mișcați paharul plin cu apă destul de repede și apoi opriți-l brusc. Apa din pahar se varsă acum înainte întrucît tinde să-și continue mișcarea fig. 2.1.2, *b*).

În toate situațiile prezentate anterior s-a manifestat proprietatea corpurilor de a se opune la schimbarea stării lor de mișcare sau de repaus, proprietate numită *inerție*.

Motorul unui autovehicul aflat în mișcare este oprit la un moment dat și totuși autovehiculul își continuă mișcarea un timp chiar dacă șoferul lui îl frînează. De ce nu se oprește autovehiculul brusc? Dați și voi asemenea exemple.

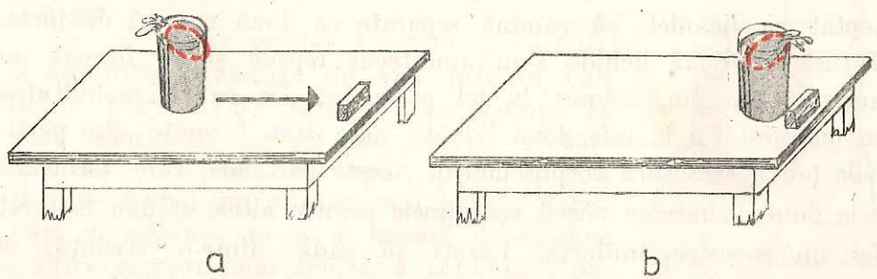


Fig. 2.1.2. *a)* Paharul cu apă este adus brusc în stare de mișcare; *b)* paharul plin cu apă este oprit brusc.

— Corpurile au proprietatea numită divizibilitate. Luaţi o bucată de zahăr şi încercaţi s-o rupeţi cu mîna în bucăţi din ce în ce mai mici. La un moment dat nu veţi mai putea face acest lucru. Cum aţi putea obţine părticele şi mai mici? Prin strivirea sau sfărîmarea micilor bucăţele de zahăr se poate obţine zahăr sub forma unor mici granule care, desigur, păstrează proprietăţile zahărului: culoarea, gustul. Mai puteţi împărţi sau diviza mai departe micile granule de zahăr? Da! Cu ajutorul unei maşini de măcinat zahăr sau cafea veţi putea obţine zahăr praf adică granule şi mai mici de zahăr.

Se poate merge mai departe cu divizarea zahărului? Încercaţi să continuaţi divizarea pe altă cale şi anume să puneţi o cantitate mică de zahăr pudră într-un pahar cu apă. Observaţi că praful de zahăr „dispare" repede. Dacă voi nu mai vedeţi praful de zahăr, înseamnă oare că el nu mai este în paharul cu apă? Zahărul s-a dizolvat în apa din pahar, el s-a divizat în părticele (particule) şi mai mici care nu mai pot fi văzute cu ochiul liber. Faptul că zahărul se află în apa din pahar o dovedeşte gustul dulce caracteristic.

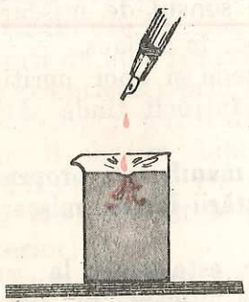


Fig. 2.1.3. Cerneala se răspîndeşte repede în apa din pahar şi o colorează uniform.

Aşadar, zahărul poate fi împărţit în părţi din ce în ce mai mici, proprietate numită *divizibilitate*.

O bucată de cretă, boabele de cafea, o rocă, o bucată de cărbune şi altele sînt divizibile.

Într-un pahar cu apă, lăsaţi să cadă o picătură, două de cerneală (fig. 2.1.3). Ce observaţi? Firişoare subţiri de cerneală se răspîndesc în apa din pahar şi în cele din urmă colorează uniform întreaga cantitate de lichid. Ne-am fi aşteptat ca lichidele să rămînă separate ca două corpuri distincte. Totuşi cele două lichide s-au amestecat repede şi au format un amestec uniform, colorat la fel peste tot. De ce? Divizibilitatea se manifestă şi la cele două lichide, care sînt formate din particule (au o structură corpusculară). Aceste particule, care formează cele două lichide se mişcă uşor unele printre altele şi dau în acest fel un amestec uniform. Lăsaţi să cadă dintr-o sticluţă, în palma voastră, o picătură de parfum (alcool, eter). Veţi constata că picătura de parfum a dispărut (s-a vaporizat) destul de repede



şi mirosul de parfum îl simţiţi în toată camera. Cum puteţi explica acest lucru?

Experienţele au arătat că toate corpurile se pot diviza în părţi din ce în ce mai mici, care nu mai pot fi văzute nici la microscop şi că divizibilitatea corpurilor are o limită, nu se poate face la nesfîrşit.

*Substanţele au o structură corpusculară, fiind formate din corpusculi (particule).*

Particulele foarte mici din care sînt alcătuite substanţele le numim *molecule*. Moleculele la rîndul lor sînt alcătuite din particule şi mai mici numite *atomi*.

— Orice corp se află în una din stările de agregare: solidă, lichidă, gazoasă. Încercaţi să modificaţi dimensiunile unui cub din lemn sau metal, să-l deformaţi (să-i schimbaţi forma) apăsînd pe una din feţele sale, cu mîna sau cu un alt corp (fig. 2.1.4). Chiar la apăsări, comprimări sau întinderi şi mai mari nu veţi reuşi să modificaţi dimensiunile corpului. Puteţi verifica acest lucru cu ajutorul unei rigle gradate, măsurînd dimensiunile cubului.

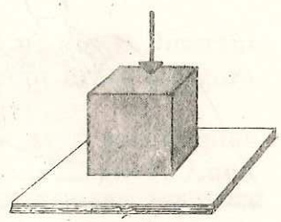


Fig. 2.1.4. Dimensiunile cubului nu se modifică uşor.

Deci, despre cubul din lemn sau metal, puteţi spune că-şi păstrează forma şi volumul propriu. Mai mult, aceste corpuri prezintă o rezistenţă mare la deformare (numai la apăsări, întinderi sau loviri foarte puternice se poate schimba forma acestora). Cele două corpuri se află în stare solidă.

La aceeaşi concluzie puteţi ajunge pentru corpuri de sticlă, gheaţă, materiale plastice etc.

Cu un pahar gradat (mensură), turnaţi o anumita cantitate de apă într-un tub îndoit (fig. 2.1.5) pînă ce apa ajunge la gura tubului în ramura mai scurtă. Notaţi (pe caiet) volumul de apă turnat în tub şi nivelul apei din ramura mai lungă. Astupaţi cu celofan sau cu o bucată de cauciuc subţire ramura mai scurtă a tubului. Apăsaţi uşor cu un deget pe foiţa de celofan. Observaţi cum nivelul lichidului din ramura

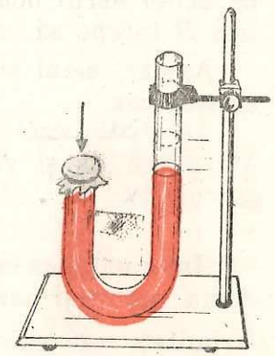


Fig. 2.1.5. Nivelul lichidului din tub se modifică (sensibil) o dată cu apăsarea.

mai lungă a tubului se modifică vizibil, mai mult sau mai puțin, după cum apăsarea este mai mare sau mai mică

Dacă turnați apa din tub în vase de diferite forme, ea va lua forma vasului în care a fost turnată. S-a schimbat oare volumul apei cînd ați pus-o dintr-un vas în altul? Nu! Indiferent de forma vasului, volumul apei rămîne neschimbat. Verificați acest lucru determinînd de fiecare dată volumul apei din vasul în care ați turnat-o cu ajutorul mensurei.

Apa își menține volumul neschimbat, indiferent de vasul în care se află, dar își schimbă forma (nu are formă proprie) după forma vasului în care este pusă

Apa din tub este un corp în stare lichidă.

Dacă în tub ați pune lapte, cerneală, ulei sau miere ce ați putea spune despre aceste corpuri? Sigur, ele sînt corpuri în stare lichidă.

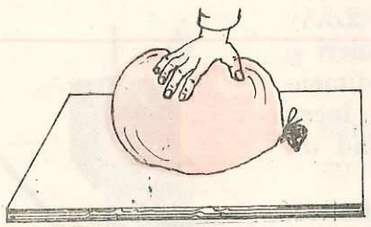


Fig. 2.1.6. Forma aerului din balon se poate schimba ușor.

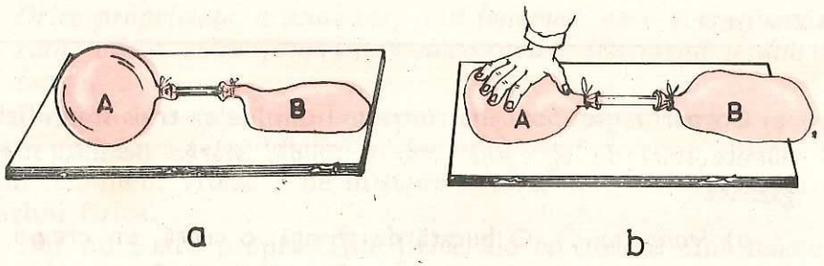
Introduceți într-o cameră mică de cauciuc (sau un mic balon), o anumită cantitate de aer, suflînd cu gura sau cu ajutorul unei pompe de bicicletă (fig. 2.1.6). Legați balonul cu o sforicică. Apăsați asupra balonului în care se află aer și veți constata cît de ușor se modifică forma acestuia, deci și a aerului din el. Legați balonul *A* printr-un tub de legătură cu un altul *B* și desfaceți sforicica (fig. 2.1.7). Veți observa că acum aerul ocupă întregul spațiu aflat la dispoziție (balonul *B* începe să se umfle).

Așadar, aerul ia forma vasului în care se află și are volumul acestui vas.

Aerul din camera de cauciuc este un corp în stare gazoasă. Ați putea da și voi cîteva exemple de corpuri aflate în stare gazoasă?

**Interacțiunea corpurilor.** Pe masa de lucru așezați o bilă *A* dintr-un material oarecare (lemn, fier) cu un diametru de 2—3 cm. Trimiteți spre ea o altă bilă *B* din același material, cu un diametru ceva mai mare decît cel al primei bile (fig. 2.1.8). După ciocnirea celor două bile, bila *A*, nemișcată la început, începe acum să se miște. Este posibil ca și bila *B* să-și continue mișcarea. Ce anume a determinat mișcarea bilei *A*? Cauza mișcării bilei *A* este






a b

Fig. 2.1.7. Aerul are volumul vasului în care se află.

acțiunea bilei *B*. Dar, după ciocnire, bila *B* se mișcă mai încet. De ce? Asupra ei a acționat bila *A*. Prin urmare, în timpul ciocnirii, cele două bile au acționat una asupra alteia.

*Acțiunea reciprocă dintre două corpuri se numește interacțiune.*

De un resort-suspendați un corp (o bilă sau un disc). Resortul se întinde, se alungește (se deformează) așa cum arată și figura 2.1.9. Asupra lui a acționat corpul suspendat.

Un cărucior se pune în mișcare cînd este tras sau împins de o persoană; pilitura de fier este atrasă de un magnet; Luna se mișcă în jurul Pămîntului fiind atrasă de acesta, reciproc Pămîntul este atras de Lună (fluxul și refluxul mărilor și oceanelor dovedesc acest lucru) etc.

Dați și voi alte exemple de interacțiuni între corpuri.

Fig. 2.1.8. După ciocnirea cu bila *B*, bila *A* aflată inițial în repaus începe să se miște.

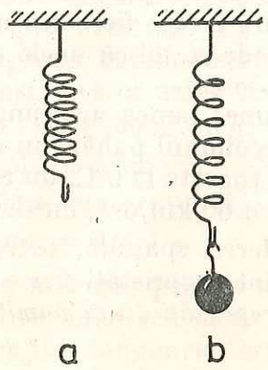


Fig. 2.1.9. Sub acțiunea bilei resortul se alungește.

a b

**Rezumat**

Corpurile se pot afla într-una din cele trei stări fizice numite stări de agregare: starea solidă, starea lichidă, starea gazoasă.

*a) Starea solidă.* O bucată de gheață, o cretă, un creion, o bancă, o menghină, un ciocan, o călimară, o rocă, un pahar, o riglă sînt corpuri care au un volum propriu și o formă proprie, sînt corpuri solide.

*b) Starea lichidă.* Apa dintr-un pahar, petrolul dintr-un vas, cerneala din stilou, laptele din ceașcă, mierea din borcan sînt corpuri care au un volum propriu dar nu au formă proprie, sînt corpuri lichide.

*c) Starea gazoasă.* Aerul din clasa voastră, gazul dintr-o butelie, gazul carbonic din sifon, vaporii de apă din ceainic sînt corpuri care nu au nici formă proprie și nici volum propriu, sînt corpuri în stare gazoasă.

## 2.2. Proprietăți fizice măsurabile. Mărime fizică

Din mulțimea proprietăților pe care le au corpurile există o categorie de proprietăți ca forma, inerția, starea de agregare, întinderea, divizibilitatea și multe altele, care se numesc proprietăți fizice.

Prin măsurare se poate stabili cît se pot întinde corpurile, ce volum sau ce lungime au ele, la ce temperatură se topesc, la ce temperatură începe fierberea unui corp lichid, ce masă are un corp, cît de repede se mișcă unele corpuri față de altele, cît durează un eveniment etc.

Se spune: banca are lungimea 1,20 m, un resort s-a alungit cu 2 cm, volumul paharului este de 100 $cm^3$, apa fierbe la 100°C, gheața se topește la 0°C, un om adult cîntărește 70 kg, un vehicul se mișcă cu 60 km/oră, încălzirea unui lichid a durat 5 minute etc.

Întinderea spațială, inerția corpurilor, durata fenomenelor și altele sînt proprietăți fizice pentru care se pot face măsurători; ele sînt *proprietăți fizice numite proprietăți măsurabile.*



*Orice proprietate, a unui corp sau fenomen, care poate fi măsurată, adică orice proprietate măsurabilă, determină o mărime fizică.*

Lungimea $l$ și volumul corpurilor $V$, temperatura $\theta$ ($\theta$ este litera grecească teta) la care au loc anumite fenomene, durata $t$ a unui fenomen, viteza $v$ de mișcare a unui corp sînt exemple de mărimi fizice.

Dar nu toate proprietățile fizice ale corpurilor sînt măsurabile. De exemplu, după gust corpurile pot fi deosebite unele față de altele dar nu se poate spune că un corp este de cinci ori mai dulce decît altul, așa cum putem spune despre lungimea băncii că este de cinci ori mai mare decît a unui creion. După miros, corpurile se disting unele de altele, dar nu se pot compara (de exemplu mirosul de usturoi cu cel de naftalină). Așadar, gustul și mirosul nu sînt proprietăți măsurabile și deci pentru aceste proprietăți nu există mărimi fizice.

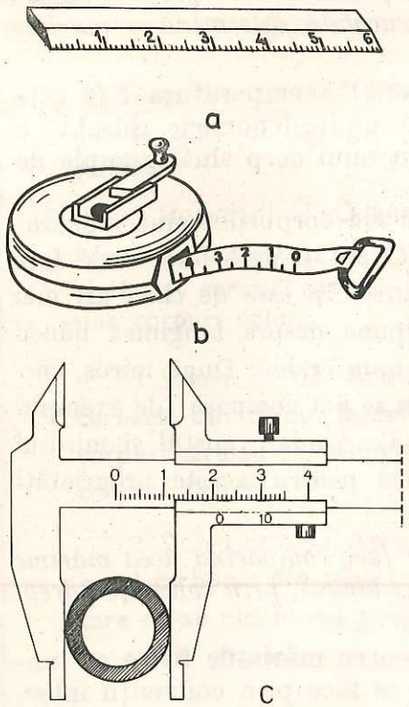
*Măsurarea unei mărimi fizice se face comparînd acea mărime cu o anumită mărime de același fel aleasă, prin convenție, drept unitate de măsură.*

Alegerea unităților de măsură pentru mărimile fizice ca lungime, durată, temperatură și altele se face prin convenții internaționale.

În Sistemul Internațional de mărimi și unități, care se notează pe scurt SI, convenție internațională la care țara noastră a aderat din anul 1960, *lungimea* ($l$) are ca unitate de măsură *metrul*, cu simbolul m; *durata* sau *timpul* ($t$) are ca unitate de măsură *secunda*, cu simbolul s; temperatura ($\theta$) are ca unitate de măsură kelvinul, cu simbolul K (în practică se utilizează gradul Celsius, simbol °C); *masa* ($m$) are ca unitate de măsură *kilogramul*, cu simbolul kg etc.

În tehnică și în laboratoare, în afara unităților stabilite în SI se utilizează multiplii sau submultiplii acestora. De exemplu, distanța dintre două localități se exprimă în kilometri, 1 km = = 1 000 m; dimensiunile pieselor construite în uzine sînt date în mm sau cm, 1 m = 100 cm = 1 000 mm; masa unui vagon se exprimă în tone, cea a unui bob de fasole în grame; 1 t = 1000 kg; 1 g = 0,001 kg. Pentru durate vă sînt cunoscuți deja multiplii secundei: 1 min = 60 s; 1 h = 60 min = 3 600 s.

În afară de stabilirea unității de măsură, pentru măsurarea unei mărimi fizice trebuie să se indice un *procedeu de măsurare* și un *instrument de măsură*. De exemplu, lungimea corpurilor se

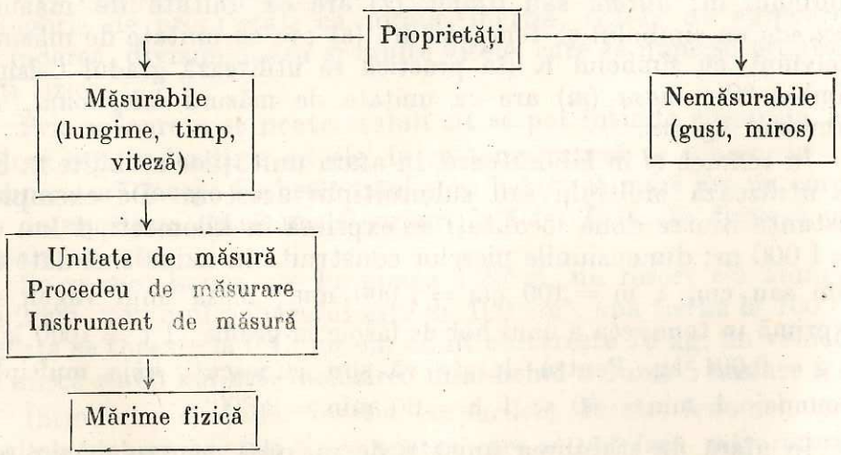



măsoară prin *suprapunerea* (procedeul) unei *rigle*, *rulete*, *şubler* (instrumentul) de lungime cunoscută (fig. 2.2.1) peste lungimea de măsurat. Durata unui fenomen se măsoară prin *compararea* (procedeul) duratei acelui fenomen cu durata mişcării acelor unui *ceasornic* (instrumentul).

Rezultatul măsurării se scrie sub forma unui *număr* urmat de unitatea de măsură a mărimii fizice respective. De exemplu: 30 m, 10 m$^3$, 25 s, 70 kg, 20 m/s. Numărul din faţa unităţii de măsură reprezintă *valoarea numerică* a mărimii fizice măsurate, sau rezultatul măsurării.

**Fig. 2.2.1. Instrumente folosite pentru măsurarea lungimilor:** *a)* riglă; *b)* ruletă; *c)* şubler.

Schema următoare vă dă un rezumat al celor spuse pînă aici despre mărimea fizică.






**Măsurare — eroare.** 1) Măsuraţi în centimetri lungimea unui creion şi notaţi rezultatul; repetaţi măsurătoarea, cu aceeaşi riglă, de cinci ori, notînd de fiecare dată rezultatul. Dacă, de exemplu, aţi obţinut rezultatele $l_1 = 14{,}4$ cm, $l_2 = 14{,}5$ cm... $l_5 = 14{,}5$ cm, atunci ce lungime are creionul? Cînd vreţi să măsuraţi cu rigla o aşezaţi deasupra lungimii de măsurat în aşa fel încît diviziunea zero să se afle la una din extremităţile acestei lungimi. Pentru a face citirea exactă trebuie ca privirea să cadă perpendicular pe riglă, în dreptul diviziunii respective (fig. 2.2.2).

2) Măsuraţi distanţa dintre punctele $A$ şi $B$ (fig. 2.2.3) de pe o piesă metalică. Repetaţi măsurarea de cinci ori. Ce valoare are această distanţă? De ce rezultatul măsurărilor repetate ale aceleiaşi distanţe nu este acelaşi? Măsurînd distanţa dintre punctele $A$ şi $B$ s-au găsit, de exemplu, valorile $d_1 = 2{,}4$ cm, $d_2 = 2{,}5$ cm, $d_3 = 2{,}6$ cm. $d_4 = 2{,}4$ cm. Valoarea:

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4} = \frac{2{,}4 + 2{,}5 + 2{,}6 + 2{,}4}{4} = 2{,}47 \text{ cm}$$

este *valoarea medie* a distanţei dintre punctele $A$ şi $B$.

Acum puteţi afla lungimea medie a creionului a cărui lungime aţi măsurat-o mai înainte.

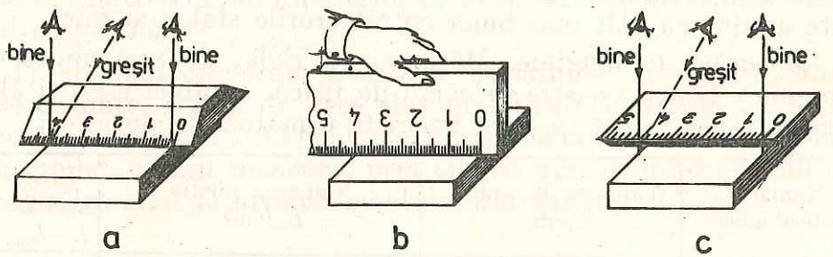



**Fig. 2.2.2. Cum trebuie făcută citirea în cazul unei măsurători cu rigla.**

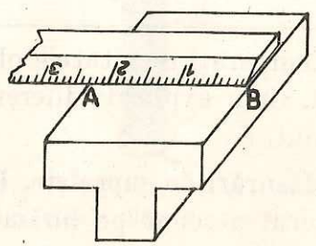



**Fig. 2.2.3. Măsurarea distanţei dintre două puncte.**

Rezultatul cel mai apropiat de valoarea adevărată se obține făcînd media aritmetică a valorilor obținute prin măsurări repetate și se numește *valoarea medie a mărimii măsurate.*

3) Repetați măsurătorile de la punctele 1 și 2 dar cu o riglă ca aceea din figura 2.2.1 *a* (riglă cu marginea înclinată). Cum sînt rezultatele mai multor citiri ale aceleiași distanțe față de valoarea lor medie? Cînd între rezultatele obținute sînt diferențe mari, *precizia măsurătorii* este mică și invers cînd diferențele sînt mici precizia măsurătorii este mare. Care pot fi cauzele care conduc la apariția diferențelor în măsurare?

*Eroare.* Din cele de mai sus rezultă că la efectuarea unei măsurători se pot face anumite greșeli care sînt numite *erori de măsură.* Erorile se produc fie din cauza lipsei de precizie a instrumentului de măsură, fie din cauza unei citiri incorecte a indicațiilor instrumentului, datorită lipsei de atenție a celui care face măsurarea, fie din cauza condițiilor în care se face măsurarea (condiții de temperatură, de presiune, de umiditate și altele). Pentru a se obține un rezultat cît mai aproape de valoarea adevărată a mărimii respective se repetă măsurarea de multe ori și se face media aritmetică a rezultatelor obținute.

*Diferența dintre valoarea medie și valoarea obținută printr-o măsurătoare oarecare se numește eroare.* Precizia unei măsurări este așadar cu atît mai bună cu cît erorile sînt mai mici.

**Măsurări de lungime.** Măsurați cu rigla, de mai multe ori, lungimea băncii voastre (a cărții de fizică, a tablei etc.) și alcătuiți cîte un tabel în care înscrieți următoarele date:

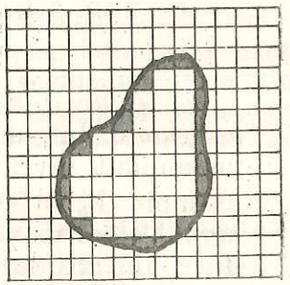
| Numărul determinării | Valoarea lungimii $L$(cm) | Valoarea medie $L_m$(cm) | Eroarea $L_m - L$ sau $L - L_m$ |
|---|---|---|---|
| 1 | $L_1 = 149{,}7$ | $L_m = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{3} = 149{,}7$ | 0 |
| 2 | $L_2 = 149{,}6$ | | 0,1 |
| 3 | $L_3 = 149{,}8$ | | 0,1 |

Comparați rezultatele obținute de voi cu cele ale colegilor din clasă. Cum explicați diferențele care au apărut între rezultatele obținute?

**Măsurări de suprafețe.** Determinați aria suprafeței închisă de conturul desenat pe hîrtia milimetrică (fig. 2.2.4). Determinați



Fig. 2.2.4. Determinarea ariei suprafeței închisă de un contur neregulat.



aria unei coperți de carte, a unei bănci, a clasei sau a camerei voastre de locuit și alcătuiți cîte un tabel de felul celui care urmează.

| Suprafața | Nr. determinării | Dimensiunile suprafeței | | Aria (cm²) | Valoarea medie $A_m$ | Eroarea $A_m - A$ sau $A - A_m$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Lungimea $L$(cm) | Lățimea $l$(cm) | | | |
| Coperta unei cărți | 1 | $L_1 = 24{,}4$ | $l_1 = 17{,}5$ | 427 | $A_m = 427{,}35$ | 0,35 |
| | 2 | $L_2 = 24{,}5$ | $l_2 = 17{,}4$ | 426,30 | | 1,05 |
| | 3 | $L_3 = 24{,}5$ | $l_3 = 17{,}5$ | 428,75 | | 1,4 |

**Măsurări de volume.** În activitatea practică de multe ori trebuie să aflați volumul diferitelor corpuri. Cum se determină volumul corpurilor?

1) *Volumul corpurilor lichide* se determină cu ajutorul unor vase gradate. Astfel de vase sînt prezentate în figura 2.2.5. În laborator, volumul unui lichid se determină cu ajutorul unui cilindru gradat, numit mensură, prin citirea numărului diviziunii de pe cilindru aflat la nivelul lichidului din vas (fig. 2.2.6).

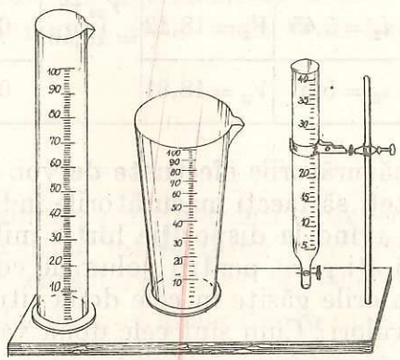


Fig. 2.2.5. Vase gradate.

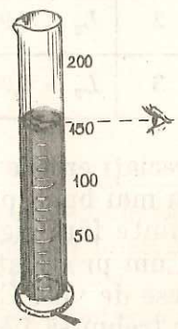
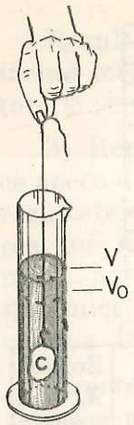



Fig. 2.2.6. Citirea nivelului lichidului dintr-o mensură.




← Fig. 2.2.7. Determinarea volumului unui corp cu mensura.

2) *Volumul unui corp solid cu formă geometrică neregulată.* Într-un cilindru gradat puneţi apă pînă la un anumit nivel şi notaţi volumul apei cu $V_0$, de exemplu $V_0 = 50$ cm³ (fig. 2.2.7). Legaţi cu o aţă corpul al cărui volum vreţi să-l determinaţi. Introduceţi în apă corpul. Notaţi noul nivel al lichidului din cilindru. Să presupunem că aţi găsit $V = 65$ cm³. Diferenţa $V - V_0$ reprezintă volumul corpului. În exemplul ales acest volum are valoarea $V - V_0 = 65$ cm³ $- 50$ cm³ $= 15$ cm³.

Cum procedaţi dacă trebuie să determinaţi volumul unui corp care pluteşte pe apă?

3) *Volumul unui corp cu formă geometrică regulată.* Determinaţi lungimea, lăţimea şi înălţimea unui corp (o cutie de chibrituri, un dulap, o carte, un penar etc.), făcînd mai multe determinări. Volumul unui corp paralelipipedic se află înmulţind lungimea cu lăţimea şi înălţimea, adică

$$V = L \cdot l \cdot i.$$

Rezultatele obţinute treceţi-le într-un tabel de felul celui de mai jos:

| Corp | Nr. determinării | Dimensiunile corpului | | | Volum $V = Lli$ (cm³) | Valoare medie | Eroare $V_m - V$ sau $V - V_m$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Lungime $L$(cm) | Lăţime $l$(cm) | Înălţime $i$(cm) | | | |
| Paralelipiped | 1 | $L_1 = 1{,}9$ | $l_1 = 1{,}8$ | $i_1 = 5{,}4$ | $V_1 = 18{,}47$ | $V_m = 18{,}46$ | 0,01 |
| | 2 | $L_2 = 1{,}9$ | $l_2 = 1{,}75$ | $i_2 = 5{,}45$ | $V_2 = 18{,}12$ | | 0,34 |
| | 3 | $L_3 = 1{,}9$ | $l_3 = 1{,}8$ | $i_3 = 5{,}5$ | $V_3 = 18{,}81$ | | 0,35 |

Apreciaţi erorile făcute în măsurătorile efectuate de voi. Care este cea mai bună precizie? Puteţi să faceţi măsurătorile indicate mai înainte fără riglă gradată, avînd la dispoziţie hîrtie milimetrică? Cum procedaţi? Ce valori aţi găsit pentru volumele corpurilor alese de voi? Comparaţi valorile găsite în cele două situaţii. Cum ar trebui să fie cele două valori? Cum sînt cele două valori? De ce?



Determinaţi volumul unui mic paralelipiped de lemn cu ajutorul riglei gradate, măsurînd lungimea, lăţimea şi înălţimea sa. Măsuraţi apoi volumul acestui corp scufundîndu-l în apa dintr-o mensură. Comparaţi valorile găsite în cele două cazuri.

Coincid cele două valori? Cum explicaţi faptul că ele nu coincid?

**Măsurări de durată (timp).** Dintre instrumentele folosite pentru măsurarea duratelor (timpului) vă sînt cunoscute ceasul, ceasul cu secundar, cronometrul folosit în întrecerile sportive şi metronomul (instrument folosit la diferite concursuri). Metronomul este un aparat (fig. 2.2.8) care are o tijă $T$ pe care poate aluneca un cursor $C$. Tija se poate mişca în jurul unei scări gradate $S$. La capătul unei curse metronomul produce un sunet scurt (o bătaie). Durata unei curse poate servi ca unitate convenţională pentru măsurarea duratelor.

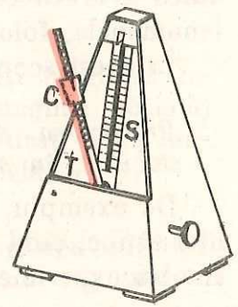



Fig. 2.2.8. Metronom.

Folosind un ceas cu secundar şi un metronom comparaţi intervalul de timp dintre două bătăi consecutive ale metronomului cu intervalul de timp dintre indicaţiile secundarului corespunzătoare acestor bătăi. Cum sînt aceste intervale de timp?

Deplasaţi cursorul pe tijă cu cîteva diviziuni mai jos şi apoi mai sus faţă de o poziţie oarecare (poziţie iniţială) şi comparaţi între ele intervalele de timp dintre două bătăi consecutive în cele două cazuri. Ce puteţi spune despre aceste intervale?

Ţinînd seama de posibilitatea modificării intervalului de timp marcat de metronom la deplasarea cursorului, puteţi potrivi metronomul astfel încît el să bată secunda.

## 2.3. Fenomen fizic

Numeroase observaţii şi experienţe au pus în evidenţă faptul că în urma interacţiunii unui corp cu alte corpuri unele mărimi fizice caracteristice se pot schimba, se pot modifica.

Modificarea uneia dintre mărimile fizice ce caracterizează un corp, datorită interacţiunii cu alt corp, se numeşte *fenomen fizic* (proces fizic).

Cîteva exemple de fenomene fizice: topirea gheţii, fierberea apei (în aceste cazuri se schimbă starea de agregare a corpurilor), încălzirea sau răcirea unui corp, schimbarea poziţiei unui corp faţă de altul (mişcarea), aprinderea unui bec, ciocnirea a două bile, acţiunea unui magnet asupra acului busolei sau asupra pilituriі de fier, propagarea luminii prin apă sau prin aer şi altele.

Ce înseamnă a studia, a cerceta un corp sau un fenomen fizic?

1. A cerceta sau a studia înseamnă în primul rînd a observa corpurile sau fenomenele, a evidenţia şi a descrie proprietăţile corpurilor şi desfăşurarea fenomenelor pe baza celor observate, adică a arăta cum se comportă corpurile şi cum se desfăşoară fenomenele, folosind un limbaj adecvat fizicii.

În acest scop, în fizică se fac experimente.

*Provocarea, producerea şi repetarea unui fenomen în condiţii stabilite, în scopul studierii lui constituie un experiment.*

De exemplu, pentru a studia cum se comportă un resort de oţel atunci cînd asupra lui acţionează diferite corpuri, vom efectua un experiment.

E | *Experiment.* Fixaţi unul dintre capetele unui resort de oţel de un suport, aşa cum indică figura 2.3.1. Atîrnaţi de capătul liber · discul metalic pe care scrie 20 g.

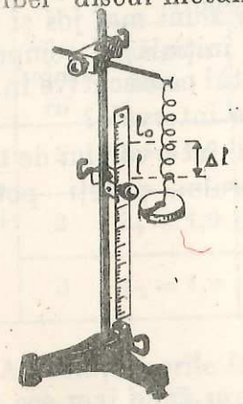



Fig. 2.3.1. Un corp suspendat de un resort determină alungirea resortului.

Dacă aţi observat cu atenţie resortul de oţel înainte de a atîrna de el discul, aţi constatat că el are o anumită lungime şi că între spirele lui există o anumită distanţă. După ce s-a atîrnat de el discul veţi constata că lungimea resortului a crescut (distanţa dintre spire a crescut). Spunem că resortul s-a alungit.

Dar aceste observaţii nu ne dau informaţii suficiente în legătură cu fenomenul pe care ne-am propus să-l studiem. Va trebui să experimentăm din nou, pentru a obţine altele noi.

E | Adăugaţi peste discul pe care scrie 20 g un altul.



Veţi observa că lungimea resortului a crescut mai mult decît în primul caz. Corpul care atîrnă acum de resort fiind diferit de cel din primul caz (acum atîrnă 2 discuri şi nu unul), putem afirma că modificarea lungimii resortului depinde de corpul atîrnat de resort. Spunem că am descoperit o cauză a producerii fenomenului.

2. Deci în al doilea rînd pentru explicarea unui fenomen este necesar să descoperim cauzele care îl determină.

Acum putem merge mai departe în studiul fenomenului, încercînd să stabilim o legătură între modificarea lungimii resortului şi o mărime caracteristică pentru corpul atîrnat de el. În acest scop, vom pune în evidenţă ce se înţelege prin alungirea resortului.

E | Folosiţi acelaşi disc şi acelaşi resort. Măsuraţi lungimea resortului înainte de a atîrna de el discul (lungime iniţială) şi notaţi-o cu $l_0$. Atîrnaţi discul de resort, măsuraţi noua lungime a acestuia şi notaţi-o cu $l$ (lungime finală).

Diferenţa $l - l_0$ între lungimea finală şi lungimea iniţială o numim alungirea resortului şi o notăm cu $\Delta l = l - l_0$ unde $\Delta$ este litera grecească delta.

E | Suspendaţi de resortul elastic, pe rînd, discuri marcate de 20 g, 30 g, 40 g şi 50 g şi măsuraţi de fiecare dată alungirile corespunzătoare $\Delta l_1$, $\Delta l_2$, $\Delta l_3$, $\Delta l_4$.

Aşadar: $\Delta l_1 = l_1 - l_0$; $\Delta l_2 = l_2 - l_0$; $\Delta l_3 = l_3 - l_0$; $\Delta l_4 = l_4 - l_0$ reprezintă alungirile resortului corespunzătoare celor 4 discuri diferite.

După ce aţi măsurat de fiecare dată alungirile resortului aşezaţi într-un tabel rezultatele observaţiilor făcute de voi.

| Discul | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| Masa discului (notată pe disc) | 20 g | 30 g | 40 g | 50 g |
| Alungirea resortului de oţel | $\Delta l_1 = 2$mm | $\Delta l_2 = 3$mm | $\Delta l_3 = 4$mm | $\Delta l_4 = 5$mm |
| Raportul dintre masa discului şi alungirea resortului | $\frac{20}{2}$ | $\frac{30}{3}$ | $\frac{40}{4}$ | $\frac{50}{5}$ |

Notați cu litera $M$ indicațiile de pe discurile marcate. Din tabel se observă că, pentru resortul cu care ați lucrat, puteți scrie:

$$\frac{M_1}{\Delta l_1} = \frac{M_2}{\Delta l_2} = \frac{M_3}{\Delta l_3} = \frac{M_4}{\Delta l_4} = \text{constant}.$$

Schimbați resortul de oțel cu un altul, cu spirele din alt material, cu grosimea spirelor sau cu lungimea diferită de cea a primului resort. Repetați experimentul și așezați rezultatele măsurătorilor într-un tabel asemănător celui de mai înainte. Ce ați aflat? Și pentru acest resort, pentru oricare resort de altfel, ați găsit că raportul $\frac{M}{\Delta l}$ are o valoare constantă și că această valoare depinde de materialul din care este făcut resortul, de grosimea spirelor și de lungimea acestuia. Deci puteți scrie, pentru resorturile cu care ați lucrat, că raportul:

$$\frac{M}{\Delta l} = k \text{ (constant)}.$$

Astfel de relații între mărimi fizice reprezintă, în anumite condiții, legea fizică după care se desfășoară procesul (fenomenul) fizic studiat. Multe legi au fost descoperite, în fizică, pe cale experimentală.

3. Așadar, în al treilea rînd trebuie să stabiliți mărimile fizice care descriu fenomenul, precum și legăturile existente între ele, adică trebuie descoperită legea după care se desfășoară fenomenul.

Rezultă, din cele de mai sus, că voi ați studiat un fenomen fizic și anume schimbarea formei unui resort de oțel (deformarea lui) iar prin observarea fenomenului reprodus experimental ați găsit legea după care are loc acest fenomen.

Cercetarea sau studierea unui fenomen fizic constă într-o observare activă a fenomenului care este reprodus experimental în laborator în condiții cunoscute. Aceste condiții pot fi modificate pentru a se putea stabili care sînt mărimile de care depinde desfășurarea fenomenului.

## Întrebări. Exerciții. Probleme.

1. Care dintre cuvintele ce urmează indică o substanță și care un corp: laptele dintr-un pahar, cerneala dintr-o călimară, o piesă din fier, ulei, lemn, o floare, gheața din frigider, oxigenul necesar vieții, o carte, hîrtie?

2. Spunem despre corpuri: un pahar are 200 cm³, un vas are 20 l, o cameră are 24 m³ etc. Ce proprietate a corpurilor este exprimată prin aceste afirmații?

3. Vîntul a spart un geam. După ciocnire, corpurile s-au oprit din mișcarea lor. În urma unei tamponări caroseria unui autovehicul s-a deformat. Un magnet atrage bilele din oțel sau fier. Ce s-a pus în evidență în aceste propoziții?

4. Într-un pahar cu apă s-a pus puțină sare de bucătărie. Scurt timp după aceasta sarea a „dispărut". De ce?
Într-un vas de sticlă în care se află apă, lăsați să cadă o picătură de lapte. Veți observa cum firișoarele de lapte se răspîndesc repede în tot vasul. De ce?

5. În timpul anului școlar iarna, primăvara sau vara, vă deplasați de acasă la școală. Arătați în ce stări de agregare sînt corpurile pe care le întîlniți în drumul vostru. Întîlniți situații în care găsiți apa în cele trei stări de agregare? Depind ele de anotimp?

6. Denumiți fenomenele care au loc la trecerea apei dintr-o stare de agregare în alta. Ce fel de fenomene sînt? Dați exemple de alte fenomene fizice pe care le observați în activitatea voastră, acasă sau la școală.

7. Doi colegi de școală stau în același bloc și pleacă pe jos în fiecare zi la aceeași oră spre școală. Presupuneți că ei știu, fiecare, lungimea pasului lor și că fiecare are ceas de mînă. Cum pot ei determina distanța casă — școală? Dar durata mișcării? Vor obține același rezultat? Justificați răspunsul.

8. Într-una din zile, un elev parcurge distanța de acasă pînă la școală în $\frac{1}{4}$ h. Altă dată el a parcurs aceeași distanță în 15 min. În altă zi elevul parcurge aceeași distanță în 900 s. Știind că timpul a fost măsurat de fiecare dată cu același ceas, indicați în care dintre zile el a mers mai mult timp.

9. Măsurînd grosimea unei cărți, fără coperți, ați găsit valoarea 1,2 cm. Cartea are 160 pagini. Determinați grosimea unei foi de carte.

10. Folosind mensuri și pipete, determinați volumul unei sticluțe de cerneală (în $cm^3$), al unei sticluțe de tuș (în ml), al unui pahar de apă (în $cm^3$) și al unei cești de lapte (în ml).

11. În ce unități de măsură este indicat a se exprima: volumul rezervorului de motorină al tractorului; volumul rezervorului stiloului; volumul unui bazin de înot; volumul unui pahar de apă?

III

# Fenomene fizice

Știți că interacțiunile dintre corpuri, adică acțiunile reciproce ale acestora, pot avea ca rezultat diferite fenomene fizice. În acest capitol veți studia:

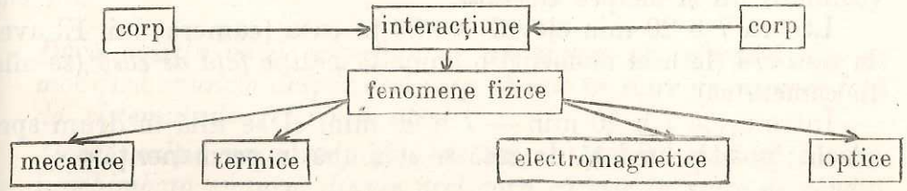
— mișcarea unui corp față de un altul și deformarea corpurilor, fenomene numite *fenomene mecanice;*

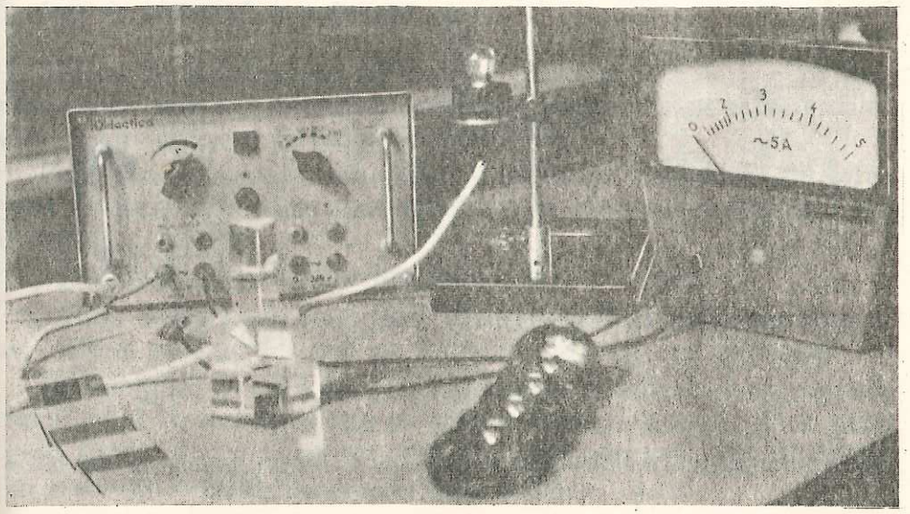
— încălzirea, răcirea, dilatarea corpurilor, schimbarea stării de agregare, numite *fenomene termice;*

— electrizarea și magnetizarea corpurilor, stabilirea unui curent electric printr-un fir metalic (conductor), numite *fenomene electrice* respectiv *fenomene magnetice* sau *fenomene electromagnetice;*

— propagarea luminii prin diferite corpuri (medii de propagare), reflexia și refracția luminii, numite *fenomene optice.*

Următoarea schemă reprezintă cele spuse mai sus:



## 3.1. Fenomene mecanice

### 1. Mişcarea mecanică a corpurilor

*Lectură...* „Ionel este elev în clasa a VI-a. În fiecare dimineaţă, cînd ceasul din camera lui arată orele 7 h 20 min (fig. 3.1.1, *a*), cu ghiozdanul în mînă el porneşte de acasă către şcoală. În drumul său (fig. 3.1.1, *b*) întîlneşte colegi mai mici, oameni care se grăbesc spre locul lor de muncă, unii merg pe jos, alţii merg pe biciclete sau motorete. Pe străzile oraşului trec, parcă grăbite, automobilele şi autocamioanele care la stopul de la intersecţia cea mare a oraşului se opresc atunci cînd culoarea roşie a semaforului le interzice trecerea. Şcoala, o clădire nouă şi frumoasă, nu este departe de casa lui Ionel. Ea se află la 240 m depărtare de casa lui. La orele 7 h 25 min, Ionel se află în laboratorul şcolii şi ia loc la masa de experimente (fig. 3.1.1, *c*) aşteptînd să înceapă o nouă zi de studiu"...

**Poziţie — reper. Stare mecanică. Repaus — mişcare.** Din mulţimea de corpuri sau obiecte menţionate în lectura anterioară, să ne oprim atenţia asupra *casei* elevului, asupra *ceasului* din casa (camera) lui şi asupra *elevului*.

La ora 7 h 20 min elevul se află în casa (camera) lui. El avea la *acea oră* (la acel moment) o anumită *poziţie faţă de casă* (se afla în camera sa).

Între orele 7 h 20 min — 7 h 25 min, el se află în drum spre şcoală; poziţia lui faţă de casă se schimbă în permanenţă.

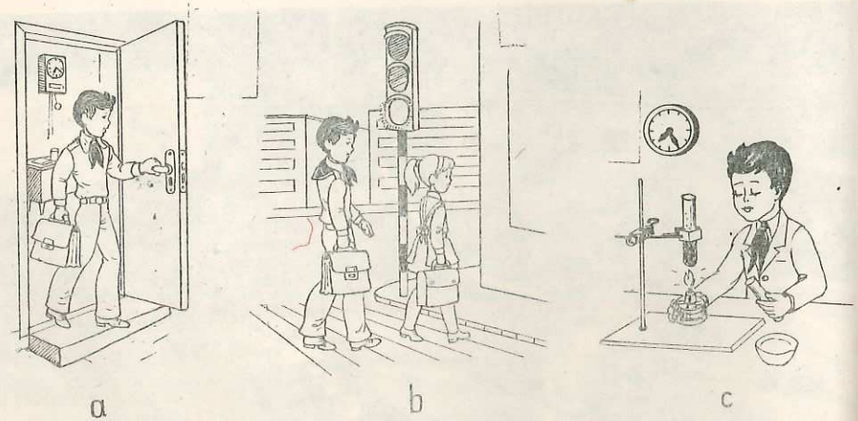



Fig. 3.1.1. Casa şi ceasul formează un sistem de referinţă în raport cu care se stabileşte poziţia lui Ionel la un moment dat.



La ora 7 h 25 min el stă în laborator la şcoală, deci se află la o depărtare de 240 m faţă de casă (depărtare care rămîne neschimbată). El se află acum într-o *altă poziţie faţă de casă.*

*Casa* şi *ceasul* din casă formează împreună un sistem (ansamblu) de corpuri denumit în fizică *reper* sau *sistem de referinţă* (*SR*).

*Poziţia elevului* (depărtarea) faţă de casă, măsurată pe drumul parcurs, la *momentul* în care este observată (precizată) această poziţie faţă de reperul (*SR*) ales se modifică la momentul următor.

Între orele 7 h 20 min — 7 h 25 min elevul se afla într-o *anumită poziţie* faţă de sistemul de referinţă ales iar la orele 7 h 25 min se află într-o *altă poziţie faţă de acelaşi SR.*

Cît timp elevul îşi *schimbă permanent poziţia* faţă de casă (*SR*) spunem că el este în *stare de mişcare faţă de reperul ales.*

Atîta timp cît elevul stă în bancă, el *nu-şi modifică poziţia* faţă de casa lui, spunem că se află în *stare de repaus* faţă de sistemul de referinţă (*SR*) ales.

Prin urmare: pentru a determina starea de mişcare a unui corp trebuie să ne alegem un sistem de referinţă (*SR*) şi să precizăm dacă poziţia corpului faţă de acest sistem de referinţă se modifică sau nu.

*Dacă poziţia unui corp faţă de un sistem de referinţă ales se modifică, spunem despre acel corp că este în stare de mişcare faţă de sistemul de referinţă ales.*

*Dacă poziţia unui corp faţă de un sistem de referinţă rămîne neschimbată, spunem despre acel corp că este în stare de repaus faţă de sistemul de referinţă ales.*

Starea de mişcare sau de repaus a elevului (a oamenilor sau vehiculelor) poate fi urmărită (analizată) alegînd drept reper şcoala sau oricare alt corp (strada, semaforul etc.).

Pentru a înţelege şi mai bine importanţa sistemului de referinţă în stabilirea stării mecanice a unui corp să analizăm două exemple:

*a)* un elev stă într-un autobuz aflat în mişcare;

*b)* doi elevi, Costel şi Ionuţ, aleargă alături la fel de repede, iar Mircea, colegul lor, stă pe loc şi-i urmăreşte cu privirea.

În exemplul *a*: dacă luaţi drept sistem de referinţă autobuzul, elevul aflat în autobuz este în repaus faţă de acesta; dacă luaţi drept sistem de referinţă un pom aflat pe marginea şoselei, elevul din autobuz este în mişcare faţă de pom.

În exemplul *b*: dacă luați drept sistem de referință pe Mircea, atunci Costel se află în stare de mișcare față de acesta; dacă luați ca sistem de referință pe Ionuț, atunci față de el, Costel este în stare de repaus.

**Starea de mișcare sau de repaus a unui corp depinde de sistemul de referință ales. Același corp poate fi în același timp în repaus față de un sistem de referință și în mișcare față de altul. Spunem că mișcarea și repausul sînt relative.**

După ce mai citiți o dată lectura completați următorul tabel:

| Corpul | Sistemul de referință (*SR*) | Corpul este în: mișcare — repaus |
|---|---|---|
| Elevul în drum spre școală | *a)* casa și ceasul din cameră<br>*b)* școala și ceasul din clasă<br>*c)* ghiozdanul din mînă și ceasul de la aceeași mînă. | |
| Ghiozdanul aflat în mîna elevului | *a)* casa și ceasul din cameră<br>*b)* elevul și ceasul de la mîna lui | |
| Bicicleta sau orice autovehicul | *a)* strada și ceasul de pe stradă<br>*b)* semafor (culoare verde, culoare roșie) și ceasul de pe stradă | |
| Elevul în clasă | *a)* banca și ceasul din clasă<br>*b)* un avion în zbor | |

## Mobil

*Experimentul 1.* Pe fața unei tăblii orizontale *P* (fig. 3.1.2) se așază un corp paralelipipedic *B*, de care este legată o sfoară care trece peste un scripete *S* fixat de tăblia *P*. De capătul

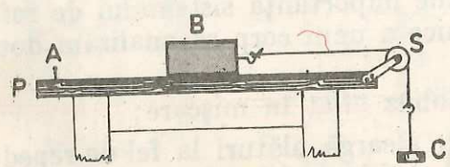



Fig. 3.1.2. Mișcarea unui corp față de alt corp.

liber al sforii se suspendă un cîrlig pe care se așază succesiv discuri marcate (din trusa școlară), pînă cînd corpul *B* începe să se miște față de tăblia *P*. Trasați pe o hîrtie lipită pe tăblia *P* un semn, un reper *A*, față de care vom analiza mișcarea corpului.



Poziția corpului *B* față de reperul ales, la un moment oarecare indicat de un ceas, se determină cu ajutorul distanței dintre reper și poziția corpului la momentul respectiv. Dar cum măsurăm această distanță: de la semnul *A* la marginea din stînga a corpului *B* sau de la *A* la marginea din dreapta, sau poate de la *A* pînă la mijlocul corpului *B*?

Pentru descrierea stării de mișcare a corpului *B* închipuiți-vă întregul corp redus la o parte oricît de mică a sa. În problemele de mecanică, în care presupunem că toate părțile corpului se mișcă identic, precizarea poziției unui corp (sanie, minge, pieton, avion etc.), la un moment dat, nu se face pentru fiecare parte a corpului ci se recurge la o reprezentare a corpului, *reprezentare denumită punct material.* În desene se va indica un mobil (corp în mișcare) printr-un mic cerc, un mic dreptunghi sau de cele mai multe ori printr-un punct.

**Traiectorie.** Urmăriți mersul unei bile aflată pe suprafața mesei de laborator, după ce la un anumit moment, numit moment inițial, a primit o lovitură în punctul *P* (fig. 3.1.3, *a*). Dacă

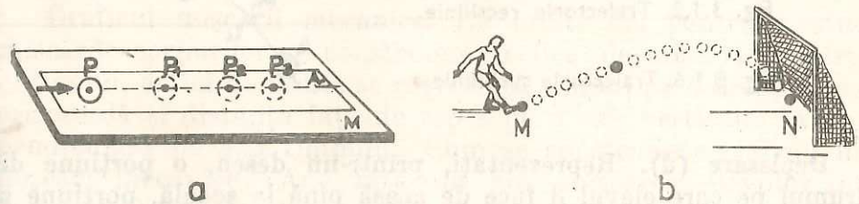



Fig. 3.1.3. *a)* Traiectoria bilei; *b)* traiectoria mingii.

puteți nota la intervale de timp ulterioare momentului inițial cîteva poziții apropiate $P_1$, $P_2$, $P_3$,... ale bilei aflate în mișcare, unind aceste puncte veți obține o linie care se numește *traiectoria mișcării* bilei.

Urmăriți acum mersul unei mingi de fotbal care primește o lovitură în punctul *M* (fig. 3.1.3, *b*). Ea se mișcă prin aer pînă cînd atinge pămîntul în punctul *N*. Între punctele *M* și *N*, la

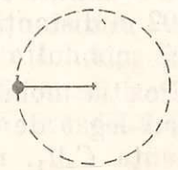


Fig. 3.1.4. Traiectoria circulară a pietrei.

diferite momente, mingea a ocupat diferite poziții. Reprezentînd aceste poziții prin niște cercuri mici, după unirea lor veți obține traiectoria mișcării mingii între punctele *M* și *N*.

Dacă rotiți o pietricică legată cu o sfoară (fig. 3.1.4) traiectoria mișcării va fi un cerc.

*Linia descrisă de un mobil în mișcarea sa, față de un SR, constituie traiectoria mișcării.*

Din exemplele de mai sus ați reținut că traiectoria unei mișcări poate fi o linie dreaptă ca în cazul bilei, sau o linie curbă ca în cazul mingii de fotbal și al pietrei. După forma traiectoriei, mișcările se pot clasifica în:

— *rectilinii*, mișcări în care traiectoria este o linie dreaptă (fig. 3.1.5);

— *curbilinii*, mișcări în care traiectoria este o linie curbă (fig. 3.1.6).

Dați și voi exemple de mișcări cunoscute ale căror traiectorii sînt fie rectilinii, fie curbilinii.

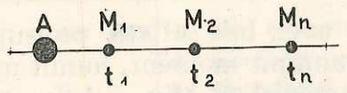



Fig. 3.1.5. Traiectorie rectilinie.

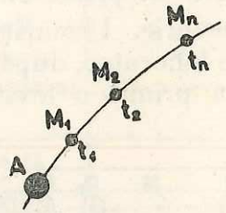



Fig. 3.1.6. Traiectorie curbilinie. →

**Deplasare (d).** Reprezentați, printr-un desen, o porțiune din drumul pe care elevul îl face de acasă pînă la școală, porțiune pe care o veți considera ca fiind o linie dreaptă (fig. 3.1.7). Dreapta $CS$ din figură reprezintă în cazul de față și traiectoria mișcării elevului. Urmăriți, acum, mișcarea elevului (mobilului) între punctele $C$ (momentul $t_0 = 7$ h 20 min) și $S$ (momentul $t_5 =$ $= 7$ h 25 min), din minut în minut. Presupuneți că la orele 7 h 21 min, deci după un minut de la începutul mișcării mobilul se află în punctul $M_1$ la 48 m față de $C$. După 2 minute mobilul se află la 96 m distanță față de reperul $C$ (punctul $M_2$ pe desen); după 3 minute mobilul se află la 144 m distanță, după 4 minute la 192 m distanță și după 5 minute la 240 m distanță față de $C$, adică mobilul a ajuns acum în punctul $S$.

Poziția mobilului la un moment dat $t_1$, moment măsurat cu ceasul legat de sistemul de referință (ceasul din cameră) este distanța $CM_1$, măsurată de la $C$ la $M_1$. Poziția mobilului la momentul următor $t_2$ este $CM_2$ ș.a.m.d.

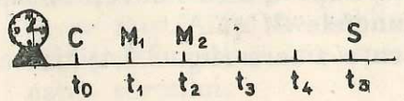



Fig. 3.1.7. Traiectoria mișcării elevului.



Notați $CM_1 = d_1$, $CM_2 = d_2$, $CM_3 = d_3$ ș.a.m.d. *Diferența* $d_2 - d_1 = \Delta d$ reprezintă *deplasarea* mobilului în *intervalul de timp* $t_2 - t_1 = \Delta t$, interval numit *durata mișcării*. De exemplu, deplasarea $\Delta d$ pe intervalul de timp $\Delta t = t_3 - t_1 = 7$ h 23 min — — 7 h 21 min = 2 min = 120 s, are valoarea $\Delta d = d_3 - d_1 =$ $= 144 - 48 = 96$ m.

Momentul 7 h 20 min, moment de la care începe mișcarea sau de la care începe să fie urmărită mișcarea, se numește *originea timpului* sau *momentul inițial* (momentul zero) al mișcării. Punctul $C$ de unde se măsoară distanța pentru deplasarea $\Delta d$ este *reperul* sau *originea deplasării*.

Calculați deplasările mobilului (elevului) pe intervalele de timp 7 h 21 min — 7 h 24 min; 7 h 21 min — 7 h 25 min; 7 h 20 min—7 h 25 min. Care este deplasarea mobilului la momentul 7 h 25 min (adică deplasarea pe intervalul 7 h 25 min — — 7 h 20 min)? Dar la momentul 7 h 20 min?

**Graficul mișcării mecanice.** De multe ori pentru a studia mișcările corpurilor se construiesc grafice ale mișcării. Pentru a obține un astfel de grafic se reprezintă timpul pe o dreaptă (axă) orizontală și distanța față de reper pe o axă verticală, axă perpendiculară pe axa timpului. Cum se construiește graficul unei mișcări mecanice? Analizați din nou mișcarea elevului între punctele $C$ și $S$. Pentru aceasta alcătuiți un tabel în care notați timpul $t$ din minut în minut, începînd cu momentul inițial al mișcării ($t_0 = 7$ h 20 min) și distanța $d$ la care se află mobilul față de reper, la momentul respectiv, în metri:

| $t$ (min) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $d$ (m) | 0 | 48 | 96 | 144 | 192 | 240 |

Pe hîrtie milimetrică sau pe caietul de matematică, reprezentați axa timpului printr-o dreaptă orizontală. Alegeți un punct $O$ (originea pe axa timpului și duceți în acest punct o dreaptă $Od$ verticală, dreaptă care va reprezenta axa distanțelor (fig. 3.1.8).

Pentru a reprezenta pe axa $Ot$ un interval de timp de un minut puteți lua un segment egal cu 1 cm, iar pentru a reprezenta pe axa $Od$ o distanță de 48 m puteți lua un segment de 2 cm. În acest fel ați stabilit cu aceste convenții scara graficului. Pe baza acestor convenții marcați pe cele două axe, începînd din punc-

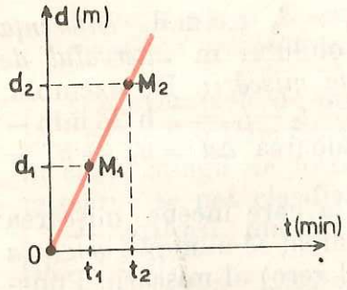



Fig. 3.1.8. Reprezentarea grafică a mișcării elevului.

tul $O$, punctele $t_1$, $t_2$, ... respectiv $d_1$, $d_2$, ... Duceți din $d_1$ o paralelă la $Ot$, iar din $t_1$ o paralelă la $Od$ (fig. 3.8). Cele două drepte se vor întîlni într-un punct $M_1$. Procedînd asemănător, veți obține punctul $M_2$, apoi $M_3$ ș.a.m.d.

Unind punctele $O$, $M_1$, $M_2$, $M_3$ printr-un segment de dreaptă veți obține graficul mișcării studiate (mișcarea elevului față de reperul $C$, pe porțiunea de drum considerată).

*Temă.* Un mobil se află la momentul $t_1 = 1$ s la distanța $d_1 = 20$ m față de un reper, la momentul $t_2 = 2$ s distanța este $d_2 = 40$ m, la momentul $t_3 = 3$ s distanța este $d_3 = 60$ m, la momentul $t_4 = 4$ s distanța este $d_4 = 80$ m, la momentul $t_5 = 5$ s distanța este $d_5 = 100$ m, la momentul $t_6 = 6$ s distanța este $d_6 = 100$ m și la momentul $t_7 = 7$ s distanța este $d_7 = 100$ m, față de reperul ales.

1. Alcătuiți un tabel cum este cel anterior și construiți apoi graficul mișcării respective. Ați găsit că acest grafic este format dintr-un segment oblic și un segment paralel față de axa timpului?

2. Determinați deplasarea mobilului pe duratele $t_2 - t_1$; $t_3 - t_1$; $t_4 - t_1$; $t_5 - t_0$ ($t_0 = 0$); $t_6 - t_0$; $t_7 - t_0$.

**Viteza mișcării.** Multe caracteristici ale unei mișcări pot fi obținute repede analizînd graficul ei. Astfel, urmărind graficul din figura 3.1.9, veți remarca trei etape în mișcarea mobilului.

*Etapa I.* La momentul zero (0) mobilul se află în punctul $O$, în repaus față de reper. După 5 s de la începutul mișcării el se află la 20 m față de originea mișcării. Segmentul $OA$ caracterizează această etapă a mișcării.

*Etapa a II-a.* Timp de 2 s, din secunda a 5-a pînă în secunda a 7-a a mișcării, poziția mobilului față de reper a rămas neschimbată. Segmentul $AB$, segment paralel cu axa $Ot$, caracterizează această etapă a mișcării. Mobilul rămîne timp de 2 s la distanța de 20 m față de reper, se află în stare de repaus.

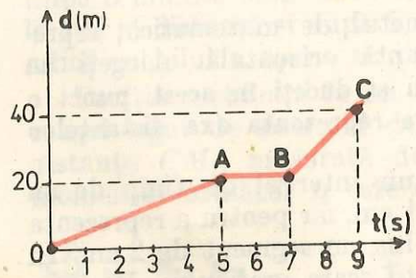



Fig. 3.1.9. Graficul unei mișcări.

*Etapa a III-a.* Din secunda a 7-a pînă în secunda a 9-a, deci timp de 2 s, a avut loc o mișcare în urma căreia poziția mobilului s-a schimbat cu încă 20 m față de sistemul de referință. Segmentul $BC$ caracterizează această etapă a mișcării.



Ce puteți spune despre mișcarea mobilului comparînd etapa I și etapa a III-a? Din grafic observați că în prima etapă, în intervalul $\Delta t_1 = 5$ s, mobilul s-a deplasat cu $\Delta d_1 = 20$ m, iar în etapa a III-a, în intervalul de timp $\Delta t_3 = 2$ s, deplasarea are aceeași valoare $\Delta d_3 = 20$ m. Prin urmare aceeași distanță, 20 m, a fost parcursă în prima etapă în 5 s, iar în etapa a III-a în 2 s. Se spune că în prima etapă mișcarea a fost mai lentă, iar în etapa a III-a a fost mai rapidă.

Dacă, de exemplu, în prima etapă mobilul ar fi parcurs în 5 s distanța de 25 m, iar în etapa a III-a ar fi parcurs în 2 s distanța de 18 m, în care dintre cele două etape ale mișcării mobilul s-a mișcat mai repede? Deoarece în acest caz diferă atît duratele de mișcare cît și deplasările, pentru a găsi răspunsul trebuie să comparați deplasările mobilului în intervale egale de timp, de exemplu $\Delta t = 1$ s.

*Așadar, pentru a afla dacă un mobil se mișcă (mai) repede sau (mai) lent se compară deplasările lui, $\Delta d$, în intervale egale de timp $\Delta t$.*

Revenind la mișcarea analizată mai înainte, constatăm că în etapa I a mișcării, în $\Delta t_1 = 5$ s deplasarea este $\Delta d_1 = 20$ m. Făcînd raportul $\frac{\Delta d_1}{\Delta t_1} = \frac{20}{5}\frac{\text{m}}{\text{s}} = 4\frac{\text{m}}{\text{s}}$ rezultă că deplasarea este de 4 m pentru fiecare secundă. În etapa a III-a a mișcării, în $\Delta t_3 = 2$ s deplasarea este $\Delta d_3 = 20$ m și din raportul $\frac{\Delta d_3}{\Delta t_3} = \frac{20}{2}\frac{\text{m}}{\text{s}} = 10\frac{\text{m}}{\text{s}}$ rezultă că deplasarea este de 10 m pentru fiecare secundă.

*Raportul $\frac{\Delta d}{\Delta t}$ se numește viteza mișcării și se notează cu litera $v$.*

Se poate scrie:

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}.$$

Viteza mișcării, $v$ este o mărime fizică. În SI viteza se măsoară în m/s. Acest lucru se scrie astfel:

$$[v]_{SI} = \frac{[\Delta d]_{SI}}{[\Delta t]_{SI}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

În tehnică și în practică se folosește ca unitate de măsură pentru viteză și km/oră (km/h). Între cele două unități de măsură există relația:

$$1\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1\,000\ \text{m}}{3\,600\ \text{s}} = \frac{1}{3{,}6}\ \frac{\text{m}}{\text{s}};$$

$$1\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{\frac{1}{1\,000}\ \text{km}}{\frac{1}{3\,600}\ \text{h}} = \frac{3\,600}{1\,000} \cdot \frac{\text{km}}{\text{h}} = 3{,}6\ \text{km/h}.$$

Prin urmare, analiza graficului mișcării din figura 3.1.9 ne arată faptul că în prima etapă a mișcării (segmentul $OA$ de pe grafic) viteza mobilului are valoarea de 4 m/s, în etapa a II-a (segmentul $AB$ de pe grafic) mobilul se află în repaus și viteza are valoarea de 0 m/s, iar în etapa a III-a a mișcării (segmentul $BC$) viteza are valoarea de 10 m/s.

În tabelul următor sînt indicate valori (aproximative) ale vitezei de mișcare a unor corpuri sau viteze de desfășurare a unor fenomene sau procese.

| Corp-Proces | Viteză în m/s | Viteză în km/h |
|---|---|---|
| Creșterea părului | 0,000000001 | 0,0000000036 |
| Curgerea ghețarilor | 0,000064 | 0,00023 |
| Singele în vasele capilare | 0,001 | 0,036 |
| Căderea liniștită a fulgilor de zăpadă | 0,2 | 0,72 |
| Om (mers normal) | 1—1,5 | 3,6—5,4 |
| Alergare fond | 2,8 | 10 |
| Bicicletă | 5,5 | 20 |
| Căderea picăturilor de ploaie | 6 | 22 |
| Alergare (sprint 100 m) | 10 | 36 |
| Metrou | 20 | 72 |
| Uragan | 80 | 288 |
| Avion | 300 | 1 080 |
| Sunet | 332 | 1 195 |
| Luna în jurul Pămîntului | 1 020 | 3 672 |
| Unda produsă de un cutremur | 3 600 | 12 960 |
| Lumina în vid | 300 000 000 | 300 000 km/s |

**Mișcarea uniformă și rectilinie.** Din graficul prezentat în figura 3.1.9 și din analiza făcută acestui grafic ați observat că mobilul se mișcă în cele două etape, segmentele $OA$ și $BC$ de pe grafic, în așa fel încît viteza mișcării rămîne neschimbată un



anumit timp. Astfel, timp de 5 s de la începutul mișcării (segmentul $OA$ pe grafic), viteza are valoarea de 4 m/s, iar timp de 2 s (segmentul $BC$ pe grafic), viteza are valoarea de 10 m/s.

În cele două etape ale mișcării în care valoarea vitezei rămîne neschimbată (constantă) se spune că *mișcarea este uniformă.*

**Mișcarea în care valoarea vitezei este tot timpul constantă este o mișcare uniformă.**

*Egalitatea $v$ = constant* poate fi folosită ca *o definiție a mișcării uniforme.*

În cazul în care traiectoria mișcării uniforme este o linie dreaptă, atunci se spune despre acea mișcare că este și rectilinie.

**O mișcare în care viteza este constantă, v = constant, iar traiectoria este o linie dreaptă se numește mișcare uniformă și rectilinie.**

Din definiția dată vitezei

$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

pentru intervalul de timp în care viteza rămîne constantă, relația între $\Delta d$ și $\Delta t$ se poate scrie astfel:

$$\Delta d = v \cdot \Delta t.$$

Această relație este numită *ecuația mișcării uniforme* sau *legea mișcării uniforme.* Deoarece într-o mișcare uniformă viteza este constantă, din această ecuație se deduce că deplasarea mobilului are o valoare de atîtea ori mai mare de cîte ori durata mișcării este mai mare.

Mărimea $\Delta d$ depinde de cea de-a doua mărime $\Delta t$: dacă $\Delta t$ se mărește sau se micșorează de un anumit număr de ori, $\Delta d$ crește sau descrește de același număr de ori.

În matematică, astfel de mărimi se numesc *direct proporționale*, iar dependența este denumită *directă proporționalitate.*

*În mișcarea uniformă deplasarea unui mobil este direct proporțională cu durata mișcării.*

Această propoziție reprezintă enunțul legii mișcării uniforme.

Revenind la mișcarea studiată mai înainte putem scrie acum ecuațiile de mișcare ale mobilului în cele două etape ($OA$ și $BC$ pe grafic) astfel:

$$\Delta d_{(OA)} = 4 \cdot \Delta t \text{ și } \Delta d_{(BC)} = 10 \cdot \Delta t.$$

Puteți da exemple de mișcări uniforme? Dar de mișcări uniforme și rectilinii?

**Schimbarea stării de mișcare, rezultat al interacțiunii corpurilor.** 1. În figurile 3.1.3, *a* și 3.1.3, *b* sînt prezentate mișcările unei bile și ale unei mingi de fotbal. La început (inițial), atît bila cît și

mingea erau în stare de repaus. Cum au ajuns cele două corpuri în stare de mișcare? Bila a fost lovită cu un corp oarecare (o altă bilă, un ciocan etc.) iar mingea a fost lovită cu piciorul. Bila și mingea au interacționat cu alte corpuri. Interacțiunea a făcut posibilă trecerea bilei și a mingii din starea de repaus în starea de mișcare.

Rezultă dintr-o interacțiune ruperea unei crengi dintr-un copac în timpul unei furtuni? Plecarea unui tren dintr-o gară, a unui automobil, a unei biciclete sînt rezultatul unei interacțiuni?

Puteți da și voi alte exemple de treceri din starea de repaus în starea de mișcare în urma interacțiunii corpurilor?

*Așadar, un corp trece din starea de repaus în starea de mișcare, față de un SR, numai în urma interacțiunii cu un alt corp.*

2. Sînteți la ora de educație fizică. Se dă proba de „aruncare a greutății". O bilă de 5 kg sau de 10 kg este aruncată pe rînd de fiecare elev, pe pista de beton din curtea școlii. După cădere bila se poate opri imediat, chiar în locul de cădere, sau după ce se mai rostogolește un timp. Are loc trecerea bilei din starea de mișcare în starea de repaus (față de Pămînt). De ce s-a oprit bila? Între bilă și solul pe care cade are loc o interacțiune în urma căreia bila s-a oprit.

Puteți da și voi acum multe alte exemple.

*Prin urmare trecerea unui corp din stare de mișcare în stare de repaus este tot rezultatul unei interacțiuni.*

Din cele două exemple analizate rezultă faptul că:

*schimbarea stării de mișcare a unui corp este rezultatul unei interacțiuni.*

## 2. Inerție. Masă. Densitate

### Inerția

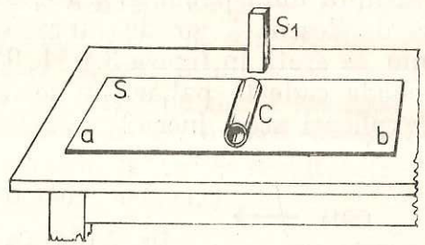
*Experimentul 2.* Pe o placă de lemn sau pe o foaie groasă de carton $S$, așezați un cilindru $C$. Pe masă în dreptul cilindrului așezați un corp paralelipipedic $S_1$ fără ca el să atingă placa (fig. 3.1.10).

*a)* Trageți brusc placa $S$ în sensul $a \rightarrow b$.

Observați că în primul moment cilindrul rămîne puțin în urmă, se mișcă foarte puțin în sens opus mișcării plăcii $S$; poziția lui față de reperul $S_1$ rămîne aproape neschimbată. Cilindrul $C$



Fig. 3.1.10. Montaj pentru punerea în evidență a inerției unui corp.




se opune mișcării, are tendința să rămînă în repaus, adică să rămînă în starea mecanică în care se afla mai înainte (stare inițială).

E *b)* După ce restabiliți condițiile de la începutul experimentului **împingeți brusc placa $S$ în sensul $b \rightarrow a$.**

Și în acest caz veți observa că cilindrul $C$ manifestă aceeași tendință (proprietate) de a-și păstra starea mecanică de repaus.

Prin urmare în ambele situații în care am mișcat brusc placa $S$, corpul $C$ se opune mișcării și tinde să-și păstreze starea de repaus față de reperul $S_1$.

**Concluzie.** *Cilindrul C se opune la schimbarea stării lui de repaus.*

E *c)* **Mișcați încet, trăgînd uniform, placa $S$. Observați că cilindrul $C$ se mișcă odată cu placa $S$. Încetați brusc mișcarea.** Cilindrul $C$ își continuă un timp mișcarea, aproape uniformă; el nu-și schimbă imediat starea de mișcare uniformă și rectilinie, tinde să-și păstreze această stare.

**Concluzie.** *Cilindrul C se opune la schimbarea stării lui de mișcare uniformă.*

Multe observații și experimente au dus la înțelegerea faptului că această tendință este o proprietate a tuturor corpurilor (indiferent de starea lor de agregare) și că ea se manifestă întotdeauna la interacțiunea dintre corpuri.

**Proprietatea corpurilor de a se opune schimbării stării de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă se numește inerție.**

Vă aflați în picioare, fără să vă țineți de ceva, într-un tren sau autobuz care pleacă din repaus sau care, fiind în mișcare, frînează brusc. Simțiți că sînteți împinși înapoi sau înainte. De ce se întîmplă acest lucru?

Deasupra unui pahar gol, $P$ , aflat pe masă, așezați o hîrtie groasă de desen $C$, iar deasupra acesteia puneți o monedă $M$, așa cum se arată în figura 3.1.11. Trageți brusc hîrtia. Observați că moneda cade în pahar, nu se mișcă odată cu hîrtia. De ce? Cum explicați acest lucru?

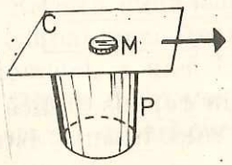



Fig. 3.1.11. De ce cade moneda în pahar atunci cînd cartonul este tras brusc?

Voi știți acum că toate corpurile au inerție. Pe baza acestei proprietăți a corpurilor explicați fenomenele de mai sus.

Dați și voi alte exemple în care se manifestă inerția corpurilor.

## Masa corpurilor

E *Experimentul 3.* Așezați un plan înclinat $I$, cu un șanț pe mijloc, la unul din capetele mesei de lucru, astfel încît înclinarea lui să nu depășească 30°. La baza planului înclinat fixați rigid o placă $P$ din scîndură sau placaj cu grosimea de 1—2 cm. Această placă trebuie să se sprijine cu una din fețe de planul înclinat (fig. 3.1.12). De cealaltă parte a plăcii, în contact cu placa, așezați pe rînd bilele $B_1$, $B_2$ și apoi $B_3$, în același loc, în dreptul șanțului de pe planul înclinat. Bilele $B_1$ și $B_2$ sînt din oțel și au diametrele egale (2 sau 3 cm fiecare); bila $B_3$ este din aluminiu sau lemn, are același diametru ca bilele de oțel și este la fel de bine șlefuită ca acestea.

Lăsați acum să se rostogolească pe șanțul planului înclinat o altă bilă $M$ din plumb sau alamă, cu diametrul de 3—4 cm. De fiecare dată eliberați bila $M$ de la aceeași înălțime $h$ de pe planul înclinat.

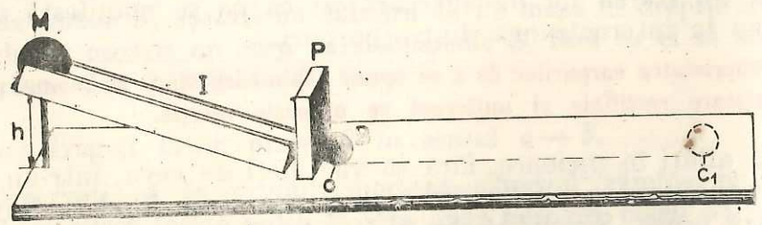



Fig. 3.1.12. Montaj experimental pentru compararea inerției corpurilor.



Bila $M$ interacționează (se ciocnește) cu placa $P$, fixată rigid, ceea ce determină scoaterea bilelor $B_1$, $B_2$ sau $B_3$ din starea de repaus. Bilele $B_1$, $B_2$ respectiv $B_3$ vor fi aduse pe rînd în stare de mișcare. Fiecare bilă va parcurge pe masa lucioasă pînă la oprire o anumită distanță. Măsurați cu o riglă distanțele $OC_1$, $OC_2$ și $OC_3$ pe care se opresc bilele și treceți rezultatele obținute într-un tabel de forma celui care urmează.

| Procesul în urma căruia se produce interacțiunea | Bila ciocnită | Distanța parcursă de bilă | Observații privind mișcarea bilelor |
|---|---|---|---|
| Căderea bilei $M$ de la înălțimea $h$ | $B_1$ (oțel) | $OC_1 = 85$ cm | |
| | $B_2$ (oțel) | $OC_2 = 84{,}7$ cm | $OC_1 \simeq OC_2$ |
| | $B_3$ (aluminiu) | $OC_3 = 95{,}2$ cm | $OC_1 < OC_3$ |

Deoarece bila $M$ este lăsată să se rostogolească totdeauna de la aceeași înălțime $h$ și ea ciocnește placa $P$ în condiții identice puteți considera că interacțiunile ce produc mișcările celor trei bile sînt identice.

Observați că distanțele pe care se mișcă bilele identice $B_1$ și $B_2$ sînt aproape egale. Ce puteți spune oare din faptul că $OC_1 \simeq OC_2$? Deoarece interacțiunile în urma cărora bilele sînt scoase din starea de repaus sînt identice, diametrele bilelor sînt egale, bilele sînt făcute din același material și mișcările bilelor sînt de asemenea aceleași, *rezultă că cele două bile, $B_1$ și $B_2$, își manifestă inerția la fel, au aceeași inerție.*

Ați măsurat $OC_3$ și ați constatat că această distanță este mai mare decît $OC_1$ sau $OC_2$. Ce se poate spune acum despre inerția bilei de aluminiu, $B_3$? Ca și în primele cazuri, interacțiunea în urma căreia bila $B_3$ intră în mișcare este aceeași, diametrul acestei bile este egal cu diametrele bilelor $B_1$ și $B_2$, condițiile în care se mișcă această bilă sînt identice cu cele în care s-au mișcat bilele de oțel, bila de aluminiu se mișcă la fel ca celelalte bile. De ce totuși parcurge bila de aluminiu o distanță $OC_3$ mai mare decît $OC_1$ sau $OC_2$?

Sigur, datorită inerției sale care se manifestă altfel. *Inerția bilei de aluminiu este mai mică decît inerția bilelor de oțel, cu același diametru.*

În mecanică despre corpurile care au aceeași inerție se spune că au mase egale. Corpurile la care inerția se manifestă diferit au mase diferite.

**Masa unui corp este mărimea fizică prin care se măsoară inerția sa.**

Obișnuim să notăm masa prin simbolul $m$.

Ca unitate de măsură pentru masă s-a ales prin convenție internațională masa unui cilindru din platină și iridiu numit etalon de masă.

Masa etalonului se numește kilogram și are simbolul kg:

$$[m]_{SI} = 1\text{kg}.$$

Un multiplu al kilogramului este tona cu simbolul t; 1 tonă = $= 1\,000$ kg $= 10^3$ kg. Un submultiplu al kilogramului este gramul cu simbolul g; 1 kg $= 1\,000$ g $= 10^3$ g.

**Măsurarea masei.** Măsurarea masei unui corp se face prin comparare cu masa corpului etalon. Operația de măsurare se numește cîntărire, iar instrumentul folosit la măsurare este numit balanță sau cîntar (fig. 3.1.13). Balanța este compusă dintr-o bară orizontală numită pîrghie cu brațe egale la capetele căreia sînt suspendate două talere. Pîrghia are la mijloc un cuțit prin intermediul căruia se sprijină pe suportul balanței. Solidar cu pîrghia este un ac indicator care se poate deplasa în fața unei scale gradate.

Cînd indicatorul se află în fața diviziunii zero a scalei, pîrghia balanței trebuie să fie orizontală. În această situație se spune că balanța este în echilibru.

Deoarece determinarea masei unui corp se face prin comparare cu masa altui corp, s-au confecționat corpuri ale căror mase sînt înscrise pe ele, corpuri cu mase marcate (fig. 3.1.14).

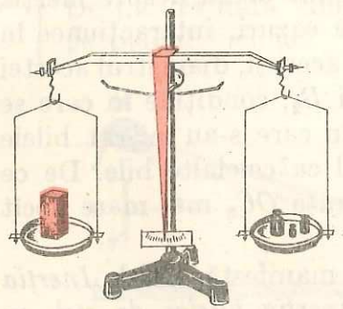


Fig. 3.1.13. Determinarea masei unui corp cu ajutorul balanței.

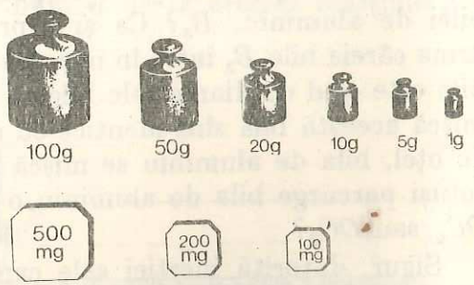



Fig. 3.1.14. Corpuri cu mase marcate, din trusa balanței.



Pentru cîntărirea unui corp se procedează astfel:

— se așază corpul cu masa necunoscută pe unul din talere;

— pe celălalt taler se așază corpuri cu masa cunoscută pînă ce acul indicator revine în dreptul diviziunii zero.

Masa corpului cîntărit este egală cu suma maselor cunoscute ale corpurilor de pe celălalt taler.

În tabelul care urmează sînt date valori aproximative ale maselor diferitelor corpuri.

| Corpul | Masa (în kg) |
|---|---|
| Coală de hîrtie de 1 m² | 0,07 |
| Un dm³ de apă la 4°C | 1 |
| Sîngele unui om | 5 |
| Om adult | 70 |
| Autoturism | 1 000 |
| Vapor | 70 000 000 |

## Densitatea corpurilor

E *Experimentul 4.* Dintr-o bucată de sîrmă ceva mai groasă dintr-un metal oarecare (cupru, aluminiu, plumb) tăiați bucăți mici de diferite lungimi. Determinați prin cîntărire masa fiecărei bucăți de sîrmă și cu o mensură volumul bucăților de sîrmă. Calculați valoarea corespunzătoare raportului $\frac{\text{masă}}{\text{volum}}$. Scrieți rezultatele obținute într-un tabel.

| Materialul (cupru) | Bucata 1 | Bucata 2 | Bucata 3 |
|---|---|---|---|
| Masa $m$ (în g) | $m_1 = 2{,}9$ | $m_2 = 5{,}7$ | $m_3 = 10{,}5$ |
| Volumul $V$ (în cm³) | $V_1 = 0{,}32$ | $V_2 = 0{,}64$ | $V_3 = 1{,}2$ |
| Raportul $m/V$ (în g/cm³) | $\frac{m_1}{V_1} \simeq 8{,}9$ | $\frac{m_2}{V_2} \simeq 8{,}9$ | $\frac{m_3}{V_3} \simeq 8{,}9$ |

Observați că raportul dintre masa și volumul fiecărei bucăți de cupru are o valoare constantă: $\frac{m}{V} = 8{,}9$ g/cm³.

Înlocuiți bucățile de sîrmă din cupru cu bucăți diferite din alte metale sau alte materiale (sticlă, lemn, material plastic etc.). Ce valoare are raportul dintre masa și volumul diferitelor corpuri din același material?

Veți afla că pentru un anumit corp, raportul dintre masa și volumul corpului, adică $\frac{m}{V}$, este constant.

**Raportul dintre masa unui corp și volumul acelui corp se numește densitatea corpului (a substanței).**

Densitatea unui corp se notează cu simbolul $\rho$ (litera grecească ro):

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Unitatea de măsură în SI este:

$$[\rho]_{SI} = \left[\frac{m}{V}\right]_{SI} = \frac{kg}{m^3}.$$

În tehnică se folosesc ca unități de măsură și $g/cm^3$; $kg/dm^3$; $g/m^3$.

În tabelul următor sînt notate densitățile unor substanțe în $kg/m^3$ (adică masa, în kg, a unui $m^3$ de substanță).

| Substanța | Densitatea $kg/m^3$ | Substanța | Densitatea $kg/m^3$ |
|---|---|---|---|
| Alamă | 8 550 | Alcool | 800 |
| Aluminiu | 2 700 | Apă | 1 000 |
| Aur | 19 300 | Benzină | 700 |
| Cupru | 8 900 | Eter | 700 |
| Fier | 7 800 | Glicerină | 1 260 |
| Mercur | 13 600 | Petrol | 800 |
| Platină | 21 400 | Aer | 1,293 |
| Plumb | 11 300 | Azot | 1,25 |
| Sticlă | 2 500 | Hidrogen | 0,09 |
| Lemn uscat | 500 | Oxigen | 1,42 |



## Rezumat

Un corp sau un ansamblu de corpuri considerate fixe față de care stabilim poziția unui corp și momentul în care este precizată această poziție este un sitem de referință *SR*.

Un corp se află în stare de mișcare față de un *SR* atîta timp cît el își schimbă poziția față de acest *SR*.

Un corp se află în stare de repaus față de un *SR* cît timp nu-și modifică poziția față de acest *SR*.

Starea de mișcare și de repaus a unui corp depind de *SR* ales. Mișcarea și repausul sînt relative.

Linia (dreaptă sau curbă) descrisă de un mobil în mișcarea sa, față de un *SR*, constituie traiectoria mișcării.

Diferența $d_2 - d_1 = \Delta d$ dintre deplasările unui mobil față de un *SR*, la două momente diferite $t_2$ respectiv $t_1$, momente măsurate cu ceasul sistemului de referință, reprezintă deplasarea mobilului, iar $t_2 - t_1 = \Delta t$ reprezintă durata mișcării acelui mobil.

Raportul $v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$ se numește viteza mișcării.

O mișcare în care valoarea vitezei este tot timpul constantă este o mișcare uniformă.

O mișcare în care $v$ = constant, iar traiectoria este o linie dreaptă este o mișcare uniformă și rectilinie.

Relația $\Delta d = v \cdot \Delta t$ se numește ecuația sau legea mișcării uniforme.

Schimbarea stării mecanice (starea de repaus sau starea de mișcare) a unui corp este rezultatul unei interacțiuni.

Proprietatea corpurilor de a se opune schimbării stării de repaus sau de mișcare rectilinie și uniformă se numește inerție.

Masa unui corp este mărimea fizică prin care se măsoară inerția sa.

Raportul dintre masa unui corp și volumul acelui corp se numește densitatea corpului.

### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Este posibil ca un observator să afirme despre un corp că este în mișcare, iar un altul să afirme în același timp despre același corp că este în repaus? Motivați răspunsul.
2. Ce elemente trebuie precizate pentru a putea localiza la un anumit moment poziția unui vehicul pe o șosea dreaptă?
3. Un avion cu reacție lasă în urma sa o dîră de condensare. Ce element al mișcării pune în evidență această urmă?

4. Cunoașteți situații în care traiectoria unei mișcări poate fi observată direct?

5. Un vehicul trece prin dreptul bornei kilometrice cu numărul 4 la orele 23 h 53 min 25 s și ajunge în dreptul bornei kilometrice cu numărul 103 la orele 1h 46 min 38 s. Determinați deplasarea vehiculului și durata mișcării.

6. Doi elevi au de parcurs de la școală pînă acasă aceeași distanță, 300 m. Ei pornesc de la școală în același timp, dar unul merge pe jos cu viteza de 1 m/s, iar celălalt pe bicicletă cu viteza de 16 km/h. Cu cît timp ajunge acasă mai devreme al doilea elev față de primul?

7. Pe graficul din figura 3.1.15 este reprezentată o mișcare mecanică

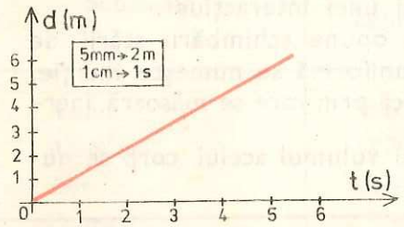



Fig. 3.1.15. Grafic pentru problema 7.

la scara indicată pe figură. Să se deducă: ce fel de mișcare descrie mobilul; deplasarea pe durata a 6,5 s de la începutul mișcării; timpul în care se face deplasarea de 6 m; viteza mobilului.

8. Graficul din figura 3.1.16 reprezintă o mișcare mecanică, să se afle: *a)* viteza mișcării pe fiecare din segmentele $OA$, $AB$ și $BC$;

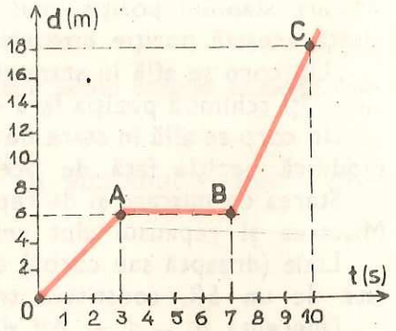



Fig. 3.1.16. Grafic pentru problema 8.

*b)* durata mișcării pe aceste porțiuni; *c)* deplasarea mobilului de la începutul mișcării; *d)* valoarea medie a vitezei între punctele $O$ și $C$.

9. De ce iese praful dintr-un covor cînd acesta este bătut?

10. De ce se coboară dintr-un vehicul în sensul de mers al acestuia?

11. De ce un autovehicul încărcat demarează (pornește) mai greu decît unul gol?

12. O bucată de plumb cîntărește 2 kg. Ce volum are?

13. Un cilindru de cupru are volumul de 5 dm³. Care este masa sa?

14. Știind că în trusa balanței corpurile pe care este notată masa sînt de fier, calculați-le volumul și verificați rezultatele obținute cu ajutorul unei mensuri.

15. Într-un borcan de sticlă umplut complet intră 1 kg de mercur. Dacă se va goli borcanul, veți putea pune în el 1 kg de apă?



## 3. Deformarea corpurilor. Greutatea corpurilor

### Deformarea corpurilor

E *Experimentul 5. a)* Suspendați un resort de oțel de un suport (fig. 3.1.17). Suspendați apoi de resort un corp. Resortul se alungește — se deformează. Îndepărtînd corpul suspendat veți constata că resortul revine la lungimea inițială adică deformarea dispare.
*b)* Prindeți o lamă de oțel într-o menghină (fig. 3.1.18) și apăsați-o cu mîna. Lama se îndoaie. După încetarea apăsării lama revine la starea inițială.
*c)* Deasupra unui burete puneți un corp oarecare (fig. 3.1.19). Forma buretelui se schimbă. Ridicați corpul de pe burete, acesta revine la forma inițială.

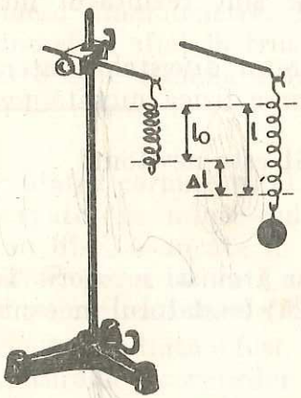



Fig. 3.1.17. Deformarea elastică a unui resort.

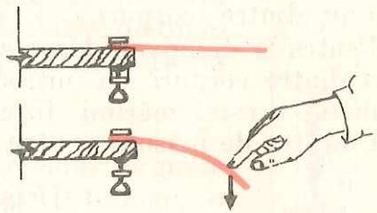


Fig. 3.1.18. Deformarea elastică a unei lame de oțel.

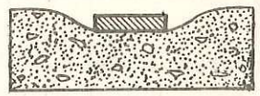


Fig. 3.1.19. Deformarea unui burete.

Dacă se acționează asupra unor corpuri ca: resort de oțel, burete, lamă elastică etc., acestea își schimbă forma, se deformează, trecînd într-o stare diferită de cea inițială. După încetarea acțiunii aceste corpuri revin la forma (starea) inițială.

E *Experimentul 6.* Puneți o bucată de plastilină pe masa de lucru. Așezați pe ea un corp oarecare sau apăsați cu mîna (fig. 3.1.20). Veți constata că bucata de plastilină își

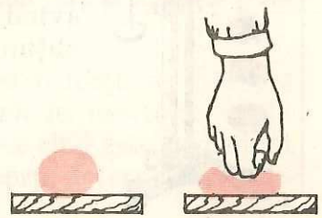


Fig. 3.1.20. Deformarea unei bucăți de plastilină.

E | modifică forma. Încetaţi să acţionaţi asupra plastilinei. Veţi constata că ea nu mai revine la forma iniţială. Efectuaţi experimente asemănătoare cu bucăţi de ceară, plumb etc.

Dacă se acţionează asupra unor corpuri ca: o bucată de plastilină, ceară, smoală, plumb, acestea îşi modifică forma. După încetarea acţiunii ele nu mai revin la forma iniţială.

**Concluzie.** *În urma unei interacţiuni unele corpuri îşi modifică forma, se deformează.*

**Se numeşte deformare elastică acea deformare care încetează o dată cu încetarea interacţiunii. Deformarea care se menţine şi după încetarea interacţiunii se numeşte deformare plastică.**

**Forţă.** Din cele învăţate pînă acum ştiţi că schimbarea stării de mişcare a corpurilor şi deformarea lor sînt rezultatul interacţiunii dintre corpuri.

Pentru a compara *tăria* sau *intensitatea* diferitelor interacţiuni dintre corpuri s-a introdus o mărime fizică numită *forţă*. Simbolul acestei mărimi fizice este $F$.

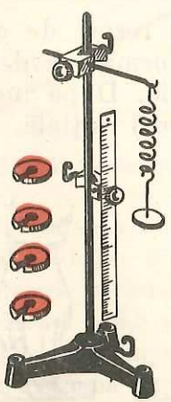
Unitatea de măsură pentru forţă în SI este newtonul

$$[F]_{SI} = 1 \text{ N}.$$

Această denumire a fost dată pentru a cinsti memoria fizicianului englez Isaac Newton (1643—1724) fondatorul mecanicii.

### Măsurarea forţei

E | *Experimentul 7.* Realizaţi dispozitivul prezentat în figura 3.1.21. Aşezaţi rigla gradată cu diviziunea zero la baza cîrligului pentru discuri crestate. Puneţi pe cîrlig un disc crestat şi notaţi alungirea resortului, $\Delta l = l - l_0$. Adăugaţi peste primul disc un al doilea disc avînd aceeaşi masă cu primul şi notaţi din nou alungirea resortului. Se procedează astfel pînă cînd se pun 5 sau 6 discuri avînd aceeaşi masă pe cîrligul suport. Cu datele obţinute alcătuiţi următorul tabel.



← Fig. 3.1.21. Montaj experimental pentru experimentul 7.



| Nr. discurilor cu aceeaşi masă | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|
| Alungirea $\Delta l$ (în mm) | $\Delta l_1 = 2$ | $\Delta l_2 = 2\Delta l_1 = 4$ | $\Delta l_3 = 3\Delta l_1 = 6$ |

Se constată că alungirea resortului creşte o dată cu numărul discurilor aşezate pe suport. Acţiunea unui disc asupra resortului reprezintă o forţă, deci ajungem la concluzia că alungirea resortului creşte o dată cu creşterea forţei care îl deformează.

Din tabelul făcut de voi rezultă:

*Între valoarea alungirii resortului şi forţa care-l deformează există o proporţionalitate directă.*

Pe această proporţionalitate se bazează construcţia instrumentelor folosite pentru măsurarea forţelor. Aceste instrumente se numesc dinamometre. Figura 3.1.22 vă prezintă dinamometrul aflat în trusa de fizică. Astfel de dinamometre sînt etalonate în newtoni şi gradate în zecimi de newtoni.

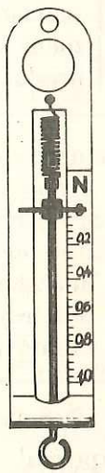



Fig. 3.1.22. Dinamometrul şcolar.

**Greutatea corpurilor.** O carte, un creion, o gumă etc. scăpate din mînă cad pe podea. O minge, o bilă, un disc, aruncate în sus cad după un timp pe pămînt. Experienţa arată că toate corpurile din apropierea pămîntului lăsate liber cad spre pămînt.

Această tendinţă a fost considerată ca o proprietate naturală a corpurilor pînă în sec. al XVII-lea. Isaac Newton este acela care a afirmat pentru prima dată că această cădere se datoreşte faptului că Pămîntul acţionează asupra tuturor corpurilor de la suprafaţa sa, exercitînd asupra lor o atracţie. Dar nu numai Pămîntul acţionează asupra corpului ci şi corpul acţionează asupra Pămîntului, cu alte cuvinte între un corp şi Pămînt are loc, în mod natural şi permanent, o interacţiune.

**Forţa de atracţie exercitată de Pămînt asupra unui corp se numeşte greutatea acelui corp.**

Greutatea unui corp (notată cu $G$), fiind o forţă, se măsoară cu dinamometrul, iar valoarea ei se exprimă în newtoni.

Acum înţelegeţi de ce un resort se alungeşte cînd este suspendat de el un corp oarecare. Greutatea acelui corp determină deformarea resortului, alungirea lui.

Determinați cu ajutorul dinamometrului din trusa școlară greutățile cîtorva corpuri: creion, carte, burete, cretă, călimară, stilou, ceas etc.

În experimentul anterior (experimentul 7), alungirea resortului creștea o dată cu creșterea numărului de discuri cu mase marcate, deci o dată cu masa lor. Dar acum știți că deformarea resortului are loc de fapt datorită greutății lor.

Există vreo legătură între masa unui corp și greutatea sa?

E *Experimentul 8.* Cîntăriți cu balanța cîteva corpuri: un disc de oțel, o bilă de aluminiu, o bilă de lemn, o bucată de plastilină, de exemplu. Determinați astfel masele lor $m_1$, $m_2$, $m_3$, $m_4$. Cu ajutorul dinamometrului aflați greutățile lor $G_1$, $G_2$, $G_3$, $G_4$. Calculați valoarea raportului $\frac{G}{m}$ pentru fiecare corp în parte.

Datele obținute le treceți într-un tabel, cum este tabelul de mai jos în care sînt trecute rezultatele unui astfel de experiment efectuat cu o balanță sensibilă și cu un dinamometru gradat în sutimi de newtoni.

| Corp | Masa $m$ (în kg) | Greutatea $G$ (în N) | Raportul $\frac{G}{m}$ (în N/kg) |
|---|---|---|---|
| Disc oțel | $m_1 = 0{,}016$ | $G_1 = 0{,}15$ | $G_1/m_1 \simeq 9{,}8$ |
| Bilă aluminiu | $m_2 = 0{,}0045$ | $G_2 = 0{,}04$ | $G_2/m_2 \simeq 9{,}8$ |
| Bilă lemn | $m_3 = 0{,}0011$ | $G_3 = 0{,}01$ | $G_3/m_3 \simeq 9{,}8$ |
| Bucată plastilină | $m_4 = 0{,}0102$ | $G_4 = 0{,}10$ | $G_4/m_4 \simeq 9{,}8$ |

S-a constatat că în același loc de pe suprafața Pămîntului raportul $\frac{G}{m}$ are aceeași valoare pentru orice corp.

$$\frac{G}{m} = \text{constant}; \quad G = \text{constantă} \cdot m.$$

*Greutatea unui corp este direct proporțională cu masa lui.*

Ținînd seamă de valoarea raportului $\frac{G}{m}$, putem scrie $G = 9{,}8 \cdot m$ și pentru că această constantă 9,8 se notează cu litera $g$ relația dintre masa unui corp și greutatea sa se scrie:

$$G = m \cdot g.$$

Acum înțelegeți de ce un corp cu masa de 2, 3, ... ori mai mare decît a altuia are și greutatea de același număr de ori mai mare.



E *Experimentul 9.* De un resort elastic suspendați pe rînd discuri crestate ale căror greutăți vă sînt cunoscute acum (fig. 3.1.21). Măsurați pe rînd alungirile $\Delta l$ produse de greutățile $G$ ale discurilor. Repetați experimentul folosind un alt resort. Treceți rezultatele măsurătorilor într-un tabel.

| | Greutatea $G$ (în N) | Alungirea $\Delta l$ (în mm) | Raportul $G/\Delta l$ (în N/mm) |
|---|---|---|---|
| Resortul 1 | $G_1 = 0{,}49$<br>$G_2 = 0{,}98$<br>$G_3 = 1{,}47$ | $\Delta l_1 = 22$<br>$\Delta l_2 = 44$<br>$\Delta l_3 = 65{,}5$ | $G_1/\Delta l_1 = 0{,}022$<br>$G_2/\Delta l_2 = 0{,}022$<br>$G_3/\Delta l_3 = 0{,}022$ |
| Resortul 2 | $G_1 = 0{,}49$<br>$G_2 = 0{,}98$<br>$G_3 = 1{,}47$ | $\Delta l_1 = 40$<br>$\Delta l_2 = 80$<br>$\Delta l_3 = 120$ | $G_1/\Delta l_1 = 0{,}012$<br>$G_2/\Delta l_2 = 0{,}012$<br>$G_3/\Delta l_3 = 0{,}012$ |

Ați găsit că pentru resortul 1 raportul $G/\Delta l = 0{,}022 =$ constant. Și pentru cel de-al doilea resort ați găsit că raportul $G/\Delta l = 0{,}012 =$ constant dar valoarea raportului este alta.

Din rezultatele acestui experiment se poate deduce că pentru un resort elastic dat între forțele de greutate care-l deformează și alungirile produse există o relație de directă proporționalitate:

$$\frac{G}{\Delta l} = \text{constant}; \text{ constanta o notăm } k; \quad G = k \cdot \Delta l.$$

Această ecuație reprezintă legea deformărilor elastice: este o relație între forța deformatoare (cauza fenomenului) și valoarea deformării produsă de această forță (efectul ei).

Prin urmare plecînd de la anumite date experimentale, făcînd măsurători și interpretînd rezultatele ați descoperit o lege fizică. Multe legi fizice au fost descoperite pe această cale. Astfel de legi sînt denumite legi empirice.

Dacă veți lua două axe de coordonate perpendiculare și veți înscrie la o anumită scară pe axa orizontală forța deformatoare $G$ (în N) și pe axa verticală alungirea produsă de forța respectivă, $\Delta l$ (în mm) veți obține reprezentarea grafică a legii deformărilor elastice (fig. 3.1.23). Pentru reprezentarea grafică puteți folosi datele din tabelul de mai sus.

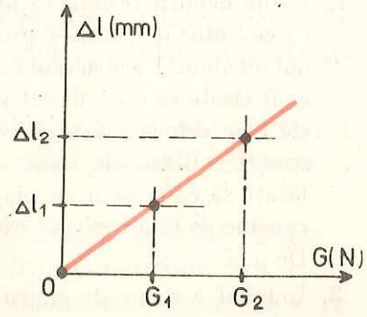



Fig. 3.1.23. Reprezentarea grafică a legii deformărilor elastice.

## Rezumat

În urma unor interacțiuni corpurile își pot modifica forma, se pot deforma. Deformarea care încetează o dată cu încetarea interacțiunii se numește deformare elastică, iar cea care se menține și după încetarea interacțiunii se numește deformare plastică.

Mărimea fizică prin care se măsoară intensitatea (tăria) interacțiunilor se numește forță.

Instrumentul folosit pentru măsurarea forțelor se numește dinamometru.

Unitatea de măsură pentru forță în SI este N (newtonul).

Forța de atracție exercitată de Pământ asupra unui corp se numește greutatea acelui corp.

Greutatea unui corp este direct proporțională cu masa lui, $G = m \cdot g$.

Pentru deformările elastice relația $G = k\Delta l$ reprezintă legea acestor deformări.

### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Arătați ce fel de deformări au loc în următoarele cazuri: la arcurile unui fotoliu pe care vă așezați sau de pe care vă ridicați; pământul moale pe care-l călcați; la anvelopa unui autovehicul în mișcare; o bucată de plumb bătută cu ciocanul; coarda unui arc de tir în timpul tragerii.
2. La un depozit trebuie să se descarce butoaie metalice dintr-un autocamion. Dacă aceste butoaie ar fi lăsate să cadă direct pe sol, ele s-ar deforma sau chiar s-ar sparge. Butoaiele sînt însă lăsate să cadă pe o anvelopă de cauciuc de la o roată de mașină. De ce?
3. Îndoind o sîrmă de cupru efectuați o deformare elastică sau plastică? De ce?
4. Cunoașteți un procedeu prin care un corp elastic devine plastic pentru scurt timp în vederea prelucrării sale? Menționați corpul și procedeul.
5. De pe tija unui dinamometru s-au șters notațiile. Poate fi folosit pentru determinarea greutății corpurilor? Dar pentru a compara greutățile a două corpuri?
6. În care din cazurile enumerate mai jos este vorba despre masa corpurilor și în care despre greutatea lor: *a)* o macara ridică o stivă de scînduri; *b)* într-o sticlă se află apă; *c)* un camion transportă pămînt; *d)* un om ridică un geamantan?



7. Un pod suportă masa ori greutatea vehiculului care trece peste el?
8. Cîntărit cu o balanță un corp are 5 kg. Volumul său este 10 cm³. Aflați: *a)* greutatea sa; *b)* densitatea sa.
9. Cum puteți determina greutatea unui bob de orez?
10. Cum puteți determina greutatea lichidului dintr-un pahar?
11. Asupra unui resort elastic acționează o forță de 20 N. Resortul se alungește cu 5 cm. Care va fi alungirea resortului dacă forța ar fi de două ori mai mare? Dar în cazul în care forța ar fi de 5 ori mai mare?

## 3.2. Fenomene termice

### 1. Încălzire — răcire

În viața de toate zilele întîlnim corpuri, pe care, pe baza simțurilor noastre, le apreciem a fi „reci" sau „calde".

Apa pregătită pentru baie, mîncarea servită la masă, ceaiul din cană, sau aerul din atmosferă într-o zi însorită de vară sînt corpuri calde. Înghețata, apa ținută în frigider, un bulgăre de zăpadă sînt corpuri reci.

Fiecare dintre noi putem interveni în diferite feluri, asupra unui corp pentru a-i schimba starea de încălzire, numită și *stare termică*.

De exemplu, un vas cu apă se încălzește dacă este pus pe flacăra unui aragaz, pe un reșou electric, pe calorifer, pe sobă, la soare. O vergea de metal ținută deasupra unei flăcări sau bătută cu ciocanul se încălzește de asemenea. Pistolul de lipit, fierul de călcat, precum și multe alte aparate electrice se încălzesc la stabilirea curentului electric prin ele.

Pe de altă parte, mulți dintre noi folosim frigiderul pentru a răci alimentele. În același scop suflăm în cana cu ceai, sau punem apa la gheață.

Un corp „rece" se poate încălzi, unul „cald" se poate răci.

Posibilități pentru încălzirea sau răcirea corpurilor sînt multiple. Omul nu folosește corpurile numai în starea termică în care se găsesc ele, ci intervine asupra lor, modificîndu-le această stare.

E | *Experimentul 1.* Luaţi o tijă de fier sau de aluminiu şi ţinînd un capăt cu mîna, încălziţi-i celălalt capăt timp de cîteva minute, la flacăra unei spirtiere. Ce simţiţi? Continuaţi încălzirea. Comparaţi starea termică a vergelei cu timpul ce s-a scurs. Pînă cînd veţi putea continua încălzirea ţinînd tija în mînă?

**Concluzie.** *Cu cît încălzim tija mai mult timp, cu atît starea ei termică se modifică mai mult.*

E | *Experimentul 2.* Puneţi apă într-un vas de sticlă şi încălziţi-l la flacăra unei spirtiere. Introduceţi din cînd în cînd mîna în apă. Ce puteţi spune?

Ţinînd seama şi de faptul că în apropierea unei surse de căldură aerul se încălzeşte, putem afirma:

*Oricărui corp îi poate fi schimbată starea termică.*

**Temperatura.** Oare simţurile ne dau întotdeauna cea mai fidelă imagine asupra stării de încălzire a corpurilor? S-a constatat că senzaţia de cald sau de rece pe care o determină un corp este apreciată diferit chiar de aceeaşi persoană. Ne putem convinge de aceasta în următorul experiment.

E | *Experiment 3.* Introduceţi o mînă într-un vas cu apă caldă şi cealaltă mînă într-un vas cu apă rece în care aţi pus cîteva cuburi de gheaţă şi ţineţi-le astfel un timp. Scoateţi apoi mîinile şi introduceţi-le deodată într-un vas cu apă de la robinet (fig. 3.2.1).

Desigur veţi avea senzaţia că mîna care a fost în vasul cu apă caldă este acum în apă rece, iar cea care a fost în apa rece este acum în apă caldă. Falsă impresie, deoarece mîinile sînt introduse acum amîndouă în apă aflată în aceeaşi stare de încălzire.

În faţa acestei realităţi, ne convingem că aprecierea stării termice a corpurilor nu o putem face cu ajutorul simţurilor. Pentru a realiza o apreciere corectă a acestei stări a fost necesar

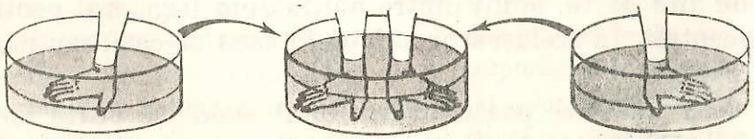



Fig. 3.2.1. Aprecierea stării termice a apei cu ajutorul simţurilor nu este sigură:



să se găsească un procedeu şi un aparat de măsură numit termometru. În acest scop termometrul trebuie pus în contact cu corpul respectiv, pentru a căpăta şi el aceeaşi stare de încălzire. Stării de încălzire a unui corp i se ataşează o mărime fizică numită *temperatură*. Citind indicaţiile termometrului, spunem că am măsurat temperatura corpului.

**Temperatura este o mărime fizică ce caracterizează starea de încălzire a unui corp.**

Vom prezenta în continuare unitatea de măsură a temperaturii şi instrumentul pentru măsurarea acestei mărimi.

*Termometrul de laborator* (fig. 3.2.2). Este format dintr-un tub de sticlă închis divizat în părţi egale ce reprezintă gradele. În interior, la bază, are un rezervor cu mercur ce se continuă cu un tub capilar pînă sus.

*Termometrul medical* (fig. 3.2.3). Temperaturile înregistrate de termometrul medical sînt cuprinse între 35°C şi 42°C. Deoarece în tratamentul unui bolnav este necesară cunoaşterea exactă a temperaturii, fiecare grad este divizat în zece părţi egale, precizia fiind de o zecime de grad. Tubul capilar al acestui termometru prezintă o strangulare lîngă rezervor, care face ca odată ce mercurul s-a ridicat în tub, să nu se mai poată întoarce în rezervor decît dacă este „scuturat". Aceasta permite citirea temperaturii maxime pe care a înregistrat-o termometrul, chiar după ce el a fost îndepărtat de corp.

Explicarea fenomenului ce stă la baza construcţiei şi funcţionării termometrului o vom prezenta la dilataţia corpurilor.

Cunoaşterea temperaturii corpurilor prezintă deosebită importanţă în diferite activităţi practice precum şi în anumite procese industriale. Astfel în agricultură trebuie cunoscută temperatura solului pentru a se hotărî perioada optimă a însămînţărilor. În incubatoare temperatura trebuie să fie în jur de 39°C orice variaţie fiind dăunătoare pentru embrionul ce se dezvoltă în ou.

În industrie este nevoie să se cunoască temperatura metalelor ce se prepară în cuptoare speciale, a pieselor ce se prelucrează etc. De asemenea se măsoară permanent temperatura apei în cazanele de presiune, în laboratoare.

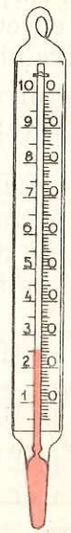


Fig. 3.2.2. Termometru de laborator.

Fig. 3.2.3. Termometru medical.

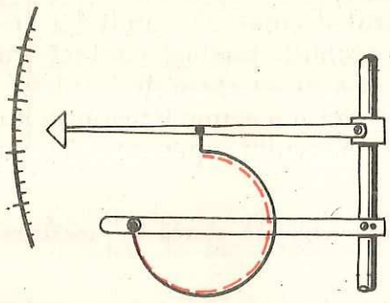


Fig. 3.2.4. Termometrul metalic.

Aria măsurării temperaturii corpurilor fiind atît de mare şi de diversificată, pe lîngă termometrele cu mercur de tipul celor descrise mai sus s-au construit şi altele.

Menţionăm aici: termometrul cu alcool, termometrele cu gaz şi termometrul metalic (fig. 3.2.4).

Folosind termometrul medical, putem citi şi înregistra temperatura unui om la un moment dat; să presupunem că ea este de 37°C. Ce semnificaţie are această notaţie? Litera C ataşată temperaturii ne obligă să citim 37 grade Celsius, denumire dată în cinstea fizicianului suedez Anders Celsius (1704—1744). Lui Celsius îi aparţine scara termometrică centigradă, adică împărţită în o sută de părţi egale, fiecare dintre ele reprezentînd un grad.

În afară de scara Celsius se mai folosesc şi alte scări de temperatură. Una dintre aceste scări este cea propusă în anul 1848 de Kelvin. Temperatura exprimată în această scară este numită temperatură absolută şi se notează cu $T$. Unitatea de temperatură în această scară este Kelvinul avînd simbolul K.

Important de reţinut este faptul că pentru măsurarea temperaturii unui corp este necesar şi obligatoriu să punem termometrul în contact cu corpul şi să citim indicaţiile termometrului numai după ce nivelul mercurului s-a stabilizat.

În experimentul ce urmează vom măsura temperatura apei la diferite intervale de timp.

E *Experimentul 4.* Puneţi termometrul într-un vas cu apă pe care apoi încălziţi-l la o flacără. Urmăriţi cum evoluează coloana de mercur. Alcătuiţi un tabel şi notaţi în el din două în două minute, diviziunea pînă la care a urcat mercurul.

Într-un astfel de experiment în care s-a folosit un volum $V = 100$ cm³ apă pusă într-un vas de sticlă rezistentă şi încălzită direct la flacăra spirtierei din trusă s-au obţinut rezultatele din tabelul care urmează.

| Timpul (minute) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura (°C) | 22 | 24 | 30 | 35 | 39 | 43 |



E *Experimentul 5.* Lăsaţi termometrul în apa din vas şi îndepărtaţi sursa de căldură. Observaţi ce se întîmplă cu coloana de mercur? Notaţi din nou într-un tabel, la intervale egale de timp, indicaţiile termometrului.

Pentru volumul de apă menţionat anterior s-au obţinut rezultatele de mai jos.

| Timpul (minute) | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura (°C) | 47 | 47 | 46 | 45 | 44 | 42 | 40 |

Creşterea sau scăderea temperaturii corpurilor este de mare importanţă în practică, de exemplu la:

— prepararea alimentelor, prelucrarea metalelor, cultura plantelor, încălzirea incubatoarelor, încălzirea locuinţelor, sterilizarea instrumentelor medicale şi în cazul:

— conservării alimentelor prin răcire, anesteziilor în medicină etc.

Daţi şi voi exemple în care este necesară schimbarea stării termice a corpurilor.

## 2. Dilataţia

În lecţia anterioară aţi măsurat temperatura apei din vasul încălzit şi aţi urmărit nivelul coloanei de mercur a termometrului, care urca pe măsură ce continuaţi încălzirea. Care este explicaţia acestui fenomen? Creşte cantitatea de mercur din rezervor? Evident nu. De unde la început mercurul ocupa numai rezervorul de la baza termometrului, pe măsură ce am încălzit vasul şi odată cu el şi termometrul, mercurul urca tot mai sus în tubul capilar; aceasta ca urmare a măririi volumului mercurului datorită încălzirii.

Asemenea fenomene întîlnim deseori în activitatea noastră zilnică.

Cu toţii aţi observat sîrmele de telefon, de telegraf sau cele electrice într-o zi călduroasă de vară. În astfel de zile ele sînt mult mai curbate decît în zilele reci, cînd stau întinse între stîlpii de susţinere.

Un dop înţepenit în gîtul unei sticle se scoate mult mai uşor dacă încălzim de jur împrejur gîtul sticlei.

**Dilatația corpurilor gazoase, lichide și solide.** Pentru a reproduce în laborator fenomenul ce stă la baza observațiilor anterioare și pentru a deduce concluziile respective, vom face mai multe experiențe.

E

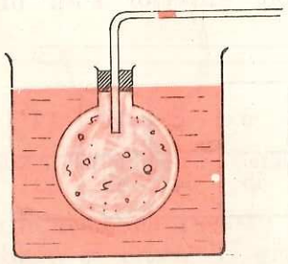


Fig. 3.2.5. Dilatația gazelor.

*Experimentul 6.* Luați un balon de sticlă pe care îl astupați cu un dop de cauciuc prin care trece un tub de sticlă îndoit. Puneți în tub un dop de lichid colorat, care are rolul de a închide un volum de gaz în balonul de sticlă (fig. 3.2.5). Încălziți balonul într-un vas cu apă, sau mai simplu cu palmele. Veți observa deplasarea dopului de lichid. Dacă răciți balonul, dopul de lichid se va deplasa în sens contrar.

**Concluzie.** *Dopul de lichid este împins în afară de aerul din balon, care încălzit și-a mărit volumul.*

E *Experimentul 7.* Puneți apă colorată într-un balon de sticlă și apoi astupați-l cu un dop de cauciuc prin care trece un tub de sticlă cu secțiune mică (fig. 3.2.6). Marcați nivelul la care urcă lichidul în tub. Introduceți balonul într-un vas cu apă caldă și priviți cu atenție nivelul apei din tub. Observați că la început nivelul apei scade puțin, iar apoi crește. De ce? Scoateți balonul din vasul cu apă caldă și introduceți-l în alt vas cu apă rece. Ce observați?

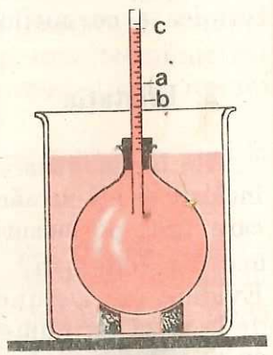



Fig. 3.2.6. Dilatația lichidelor.

**Concluzie.** *Lichidele ca și gazele, dacă sînt încălzite, își măresc volumul; prin răcire ele își micșorează volumul.*

Explicați de ce trebuie să atașăm un tub de sticlă la balon pentru a putea observa mărirea volumului lichidului?

Să observăm acum cum se comportă corpurile solide la încălzire sau răcire. Pentru aceasta, vom folosi pirometrul cu cadran din trusa de experiențe de fizică (fig. 3.2.7). El este alcătuit dintr-un postament ce are la capete două suporturi pe care se sprijină o bară metalică. La capătul $A$ bara se fixează cu un șurub $S$, iar la capătul $B$ ea este liberă și sprijinită pe axul $P$, acesta



fiind prevăzut cu un ac indicator $I$ ce se poate mișca în fața cadranului $C$. Sub bară se află o tăviță $T$ în care se pune vată îmbibată cu alcool medicinal.

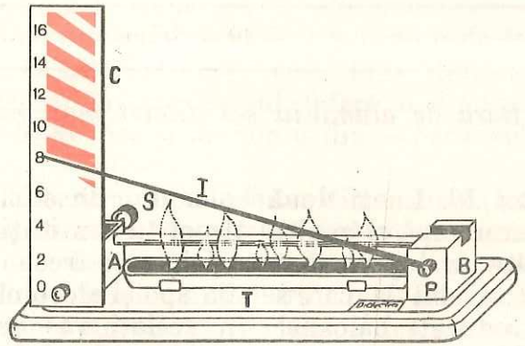



Fig. 3.2.7. Pirometrul cu cadran.

*Experimentul 8.* Fixați în pirometru bara de fier și turnați în tăviță cca 5 g alcool pe care îl aprindeți. Veți observa că acul indicator începe să se deplaseze în fața cadranului. După ce întreaga cantitate de alcool a ars, urmăriți acul indicator. Veți constata că el se deplasează în sens contrar.

Acul indicator este împins prin intermediul axului de bara de fier, care, încălzită, a suferit fenomenul de mărire a dimensiunilor sale, cu precădere a lungimii. La răcire, bara, micșorîndu-și în mod vizibil lungimea, nu mai împinge axul, acul indicator coboară, revenind la poziția inițială.

**Datorită încălzirii unui corp, are loc un fenomen de creștere a dimensiunilor sale, fenomen denumit dilatație. În cazul răcirii corpului, se produce fenomenul invers de contracție, care constă în micșorarea dimensiunilor sale.**

**Dilatația și natura materialului din care este confecționat corpul.** Să vedem acum dacă o bară de aceleași dimensiuni cu cea de fier dar confecționată dintr-un alt material de exemplu aluminiu prin încălzire în aceleași condiții se dilată la fel ca aceea de fier. Pentru aceasta va trebui să continuăm experimentul.

E *Experimentul 9.* Înlocuiți bara de fier cu alta de aluminiu și punînd aceeași cantitate de alcool procedați ca în experimentul 8. Ce observați? Treceți observațiile într-un tabel și comparați rezultatele obținute.

| Natura barei | Deplasarea acului indicator |
|---|---|
| Bară fier | 4 diviziuni |
| Bară aluminiu | 10 diviziuni |

**Concluzie.** *Bara de aluminiu s-a dilatat mai mult decît bara de fier.*

E | *Experimentul 10.* Luaţi două baloane de sticlă identice şi puneţi în unul apă şi în altul alcool în cantităţi egale. Astupaţi-le cu cîte un dop de cauciuc prin care trece un tub de sticlă. Notaţi nivelul la care se află apa şi alcoolul în cele două tuburi. Introduceţi baloanele în acelaşi vas cu apă caldă. Observaţi dilataţia celor două lichide (fig. 3.2.8).

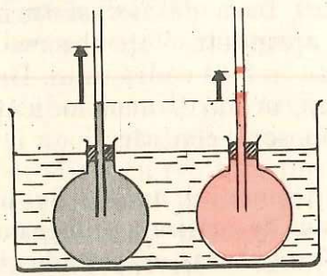


Fig. 3.2.8. Alcoolul şi apa se dilată diferit.

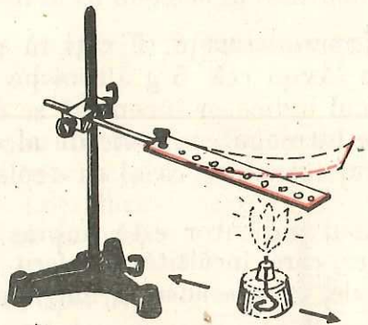


Fig. 3.2.9. Dilataţia lamei bimetalice.

**Concluzie.** *Alcoolul s-a dilatat mai mult decît apa.*

Prin urmare dilataţia corpurilor lichide ca şi cea a corpurilor solide depinde de materialul din care este alcătuit corpul.

E | *Experimentul 11.* Fixaţi în stativ lama bimetalică, formată din două lame una de oţel şi alta de alamă nituite între ele şi apoi încălziţi-o. Veţi observa că lama se curbează (fig. 3.2.9).

Explicaţia constă evident în faptul că cele două feţe ale lamei bimetalice, fiind confecţionate din materiale diferite, se vor dilata diferit. Cea care se dilată mai mult, în acest caz alama, alungindu-se mai mult, va produce o curbare în sensul lamei de oţel. Dacă după răcire schimbaţi aşezarea lamei în stativ, inversînd poziţia alamei cu cea a oţelului, veţi constata o curbare în sens invers faţă de prima.



**Dilataţia şi dimensiunile corpului.** Din experimentele pe care le-aţi făcut, ca şi din observaţii practice, aţi văzut că prin dilataţie corpurile îşi măresc toate dimensiunile. În cazul în care corpul are una dintre dimensiuni mult mai mare în comparaţie cu celelalte două dilataţia este mai pronunţată pe această dimensiune, aşa încît dilataţia celorlalte două dimensiuni poate fi neglijată. În cazul acesta corpul suferă o *dilataţie liniară.* De exemplu, barele de fier şi aluminiu din experimentele 8 şi 9 au suferit o dilataţie liniară.

La corpurile care au două dintre dimensiuni (lungime, lăţime) mai mari în comparaţie cu a treia dimensiune (grosimea), ca de exemplu la foile de tablă, în practică se ţine seama numai de modificarea dimensiunilor mai mari. Creşterea acestor dimensiuni determină mărirea suprafeţei corpului şi fenomenul este cunoscut sub denumirea de *dilataţie în suprafaţă (superficială).*

E | *Experimentul 12.* Fixaţi pe un stativ un inel metalic şi suspendaţi deasupra lui o bilă de aluminiu. Bila şi inelul trebuie să aibă acelaşi diametru. În acest caz bila va trece prin inel aşa cum arată figura 3.2.10, *a.* Încălziţi apoi bila (atenţie ca

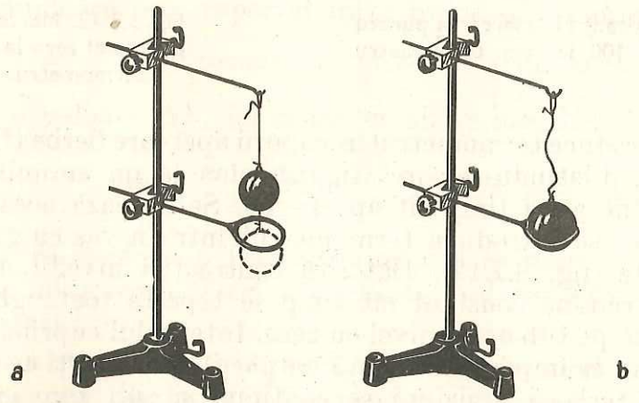



Fig. 3.2.10. Dilataţia în volum: *a)* bila trece prin inel; *b)* după ce a fost încălzită, bila nu trece prin inel.

E | sursa de căldură să nu încălzească şi inelul) şi încercaţi să o treceţi din nou prin inel. Ea nu va mai trece (fig. 3.2.10, *b*).

Lăsaţi bila să se răcească; veţi vedea că după contracţie ea va trece din nou prin inel.

În acest caz, spunem că a avut loc o *dilataţie în volum.*

**Aplicații ale dilatației corpurilor.** Acum sînteți în măsură să înțelegeți faptul că funcționarea termometrelor cu mercur sau alcool, a celor cu gaz precum și a celui metalic are la bază fenomenul de dilatație.

Pornind de la acest fapt, vă vom prezenta, în cele ce urmează, modul în care un termometru se gradează în scara Celsius.

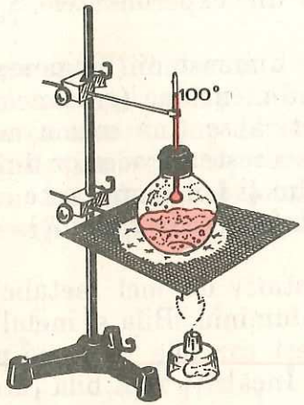



Fig. 3.2.11. Marcarea punctului 100 la un termometru.

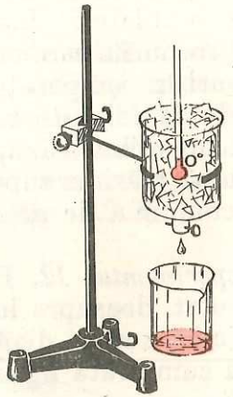



Fig. 3.2.12. Marcarea punctului zero la un termometru.

Se introduce termometrul în vaporii apei care fierbe (fig. 3.2.11). Mercurul, dilatîndu-se, urcă în tub pînă la un anumit nivel, la care rămîne atîta timp cît apa fierbe. Se notează acest nivel cu 100. Apoi, se introduce termometrul într-un vas cu gheață care se topește (fig. 3.2.12). Datorită contracției nivelul mercurului scade și rămîne constant cît timp se topește toată gheața. Se marchează pe tub acest nivel cu zero. Intervalul cuprins între zero și o sută se împarte în o sută de părți egale, părți ce reprezintă gradele. Aceleași diviziuni se continuă și sub zero grade fiind socotite temperaturi negative.

În activitatea practică trebuie neapărat să se țină seama de fenomenul de dilatație, lucru de care vă veți convinge din cele prezentate mai jos.

La montarea șinelor de cale ferată, se lasă un interval între capetele acestora, pentru a se evita deformările ce s-ar produce prin dilatația lor.

Podurile metalice au unul dintre capete așezate pe role, pentru a se putea deplasa ușor în cazul dilatării sau contracției (fig. 3.2.13). Din același motiv, conductele de metal sînt prevăzute cu bucle (fig. 3.2.14) numite compensatoare.



Foile de tablă folosite la acoperișuri sînt fixate numai pe una din laturi. Dacă ar fi fixate la ambele, vara din cauza căldurii, dilatîndu-se. ele s-ar ondula, iar iarna, la contracție, s-ar putea desprinde una de alta.

Plăcile metalice se nituiesc la cald; niturile răcindu-se și contractîndu-se, strîng puternic plăcile.

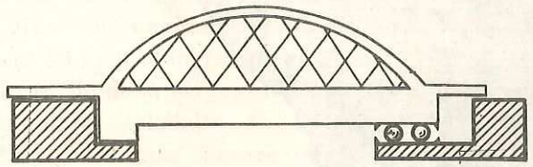


Fig. 3.2.13. Pod pe role.

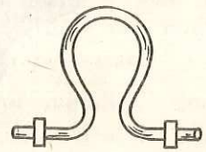


Fig. 3.2.14. Compensator.

Piesele din metal, care se lucrează la strung, se dilată în timpul lucrului, de aceea strungarul trebuie să verifice din cînd în cînd temperatura și dimensiunile pieselor.

**Dilatația și densitatea corpurilor. Dilatația apei.** Știți că densitatea unui corp este raportul între masa și volumul corpului respectiv $\rho = \frac{m}{V}$. Ca urmare a încălzirii unui corp, volumul crește cu o valoare $\Delta V$, iar masa sa nu se modifică. Atunci:

$$\rho = \frac{m}{V + \Delta V} \text{ unde } V + \Delta V > V.$$

Se știe că dacă la o fracție numitorul se mărește, valoarea fracției se micșorează. Deci prin dilatație densitatea corpurilor se micșorează.

Pentru a studia dilatația apei, se încălzește încet o cantitate de apă, începînd de la 0°C. Se constată că volumul, în loc să crească după cum era de așteptat, scade pînă cînd temperatura apei ajunge la + 4°C; abia după atingerea acestei temperaturi, apa se dilată. La + 4°C apa are volumul minim și deci densitatea maximă. Invers, dacă răcim apa sub + 4°C, ea se va dilata în loc să se contracte. Din cele analizate, se deduce că apa prezintă o particularitate în dilatație, față de celelalte lichide.

Densitatea maximă a apei la + 4°C are importanță biologică. Iarna, pe ger, straturile de apă de la suprafața rîurilor, lacurilor răcindu-se, ajung la temperatura de + 4°C și datorită densității

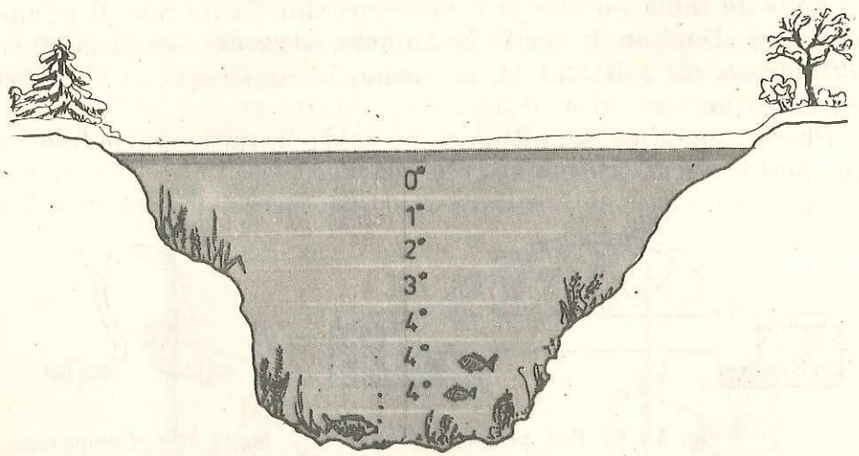



Fig. 3.2.15. Temperatura straturilor de apă într-un lac îngheţat.

mari cad la fundul albiei. Procesul continuă pînă cînd straturile de la suprafaţă îngheaţă acoperind pe cele din adînc, care rămîn la temperatura de +4°C, ceea ce permite animalelor din apă să vieţuiască iarna (fig. 3.2.15).

## Rezumat

Dilataţia şi contracţia sînt fenomene prin care corpurile îşi modifică dimensiunile ca urmare a trecerii lor dintr-o stare termică în alta.

Toate corpurile, indiferent de starea lor de agregare (gazoasă, lichidă sau solidă), suferă fenomenul de dilataţie sau de contracţie.

Corpurile se dilată sau se contractă diferit în funcţie de variaţia de temperatură pe care o suferă, de materialul din care sînt confecţionate şi de dimensiunile pe care le au.

### Întrebări. Exerciţii. Probleme

1. Pentru a se asigura rezistenţa construcţiilor, betonul se toarnă într-o reţea de bare de fier (se armează). Ce condiţie trebuie să îndeplinească fierul şi betonul, pentru ca în timpul dilataţiei sau contracţiei, să nu se producă fisuri?

2. De ce fierarul, înainte de a trage şina pe roata unei căruţe, încălzeşte puternic şina?

3. Un muncitor, dorind să monteze o piesă într-o instalaţie aflată într-o încăpere încălzită, măsoară dimensiunile piesei aflată afară în ger puternic. Procedează corect?

4. Ştiind că un metru de sîrmă de aluminiu prin încălzire s-a alungit cu un centimetru, să se taie în două bucăţi o sîrmă de aluminiu cu lungimea de 12 m în aşa fel încît alungirea unei bucăţi să fie de două ori mai mare decît alungirea celeilalte. Ce lungime trebuie să aibă fiecare bucată?

5. O foaie de tablă de aluminiu, prin încălzire, îşi schimbă forma sau dimensiunile?

6. Diametrul găurii făcute de un glonţ într-o foaie de tablă este mai mare sau mai mic decît diametrul glonţului?

7. Dacă temperatura unui corp creşte din ce în ce mai mult, el se va dilata nelimitat?

8. Termometrul metalic din figura 3.2.4 este alcătuit dintr-o lamă bimetalică. Explicaţi funcţionarea lui.



## 3. Evaporarea. Condensarea. Fierberea

**Evaporarea.** Aţi văzut adeseori vapori deasupra unui vas cu apă care fierbe. La fiecare oră de curs ştergem tabla cu un burete umed. În scurt timp tabla se zvîntă, deoarece stratul subţire de apă se transformă în vapori. La fel se usucă podeaua după spălare, rufele umede puse pe sîrmă, cerneala cu care scriem pe hîrtie.

**Trecerea unui corp din stare lichidă în stare de vapori se numeşte vaporizare.**

Dacă *vaporizarea* are loc numai *la suprafaţa lichidului*, fenomenul *se numeşte evaporare.*

Apa din lacuri, rîuri, mări şi oceane se evaporă şi se ridică sub formă de vapori în atmosferă. Evaporarea apei este mult mai pronunţată în zilele călduroase de vară decît primăvara sau toamna. Deci *creşterea temperaturii* favorizează evaporarea.

E | *Experimentul 13.* Puneţi cu cîte o pipetă pe o placă de sticlă, cîteva picături de acetonă, de alcool şi de apă. Observîndu-le constataţi că picăturile de acetonă dispar imediat, cele de alcool în cîteva minute, iar cele de apă într-un timp mai îndelungat.

**Concluzie.** *Evaporarea depinde de natura lichidului.*

E | *Experimentul 14.* Puneţi într-o eprubetă o cantitate mică de acetonă şi o cantitate egală cu prima pe o farfurioară de sticlă. Ce observaţi?

**Concluzie.** *Evaporarea are loc mai repede, atunci cînd suprafaţa de evaporare este mai mare.*

E | *Experimentul 15.* Pe două plăci de sticlă puneţi cantităţi egale de acetonă şi faceţi vînt deasupra uneia dintre plăci. Ce constataţi?

**Concluzie.** *Acetona s-a evaporat mai repede acolo unde noi am înlăturat cu ajutorul cartonului vaporii ce s-au format.*

Dacă faceţi baie în mare, în rîu sau chiar în cadă, la ieşirea din apă aveţi senzaţia de frig. Aceeaşi senzaţie o aveţi şi dacă agitaţi în aer mîna udă sau dacă puneţi pe mînă picături de acetonă.

**Din exemplele analizate, deducem că prin evaporare, lichidele absorb căldură, răcind suprafaţa corpului de pe care se evaporă.**

Lichidele care se evaporă mai repede se numesc *volatile.* Exemplu: eterul, acetona, benzina etc.

*Atenţie!* Cînd în încăperi se lucrează cu lichide volatile, ca eter, benzină trebuie luate anumite măsuri de prevenire a incendiilor, pentru că aceste lichide se aprind foarte uşor (sînt inflamabile). Se deschid ferestrele, se îndepărtează sursele de căldură, se scot aparatele electrice din funcţiune, deoarece acestea, prin scînteile pe care le produc, pot determina apariţia incendiilor.

## Condensarea

E | *Experimentul 16.* Deasupra unui vas în care fierbe apă, aşezaţi o placă de sticlă (fig. 3.2.16). Între vas şi placă, veţi observa vapori de apă, iar pe placa de sticlă, picături de apă.

**Concluzie.** *Apa a trecut din stare de vapori în stare lichidă.*

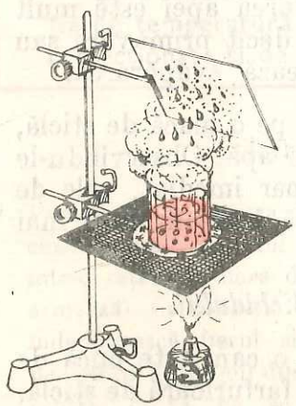


Fig. 3.2.16. Condensarea.

**Trecerea unei substanţe din stare de vapori, în stare lichidă se numeşte condensare.**

Condensarea este fenomenul invers vaporizării.

În nopţile senine de vară suprafaţa pămîntului şi corpurile de pe ea au temperaturi scăzute. Vaporii de apă din aerul înconjurător, venind în contact cu aceste corpuri reci, se condensează în picături fine de apă, formînd *roua.* Spre toamnă, datorită temperaturii şi mai scăzute a solului, picăturile de apă îngheaţă sub formă de cristale fine; apare astfel stratul de *brumă.*

E | *Experimentul 17.* Introduceţi o eprubetă într-un pahar cu apă rece în care se află şi un termometru. Într-un balon cu apă care fierbe, conduceţi vaporii, printr-un ansamblu de tuburi de sticlă şi cauciuc, în eprubeta din pahar (fig. 3.2.17). Veţi observa condensarea vaporilor în eprubetă, în acelaşi timp cu încălzirea apei din pahar; fapt indicat de termometru.

**Concluzie.** *Prin condensare se produce creşterea temperaturii mediului în care lichidul se condensează.*

Condensarea vaporilor într-un refrigerent (vas care răceşte) este folosită la fabricarea alcoolului, la prelucrarea petrolului şi în multe alte domenii ale tehnicii.

Experienţele arată că prezenţa diferitelor impurităţi, ca fire de praf, urme de cristale diferite, favorizează condensarea, impurităţile devenind centre de condensare.

**Fierberea.** Aţi avut deseori ocazia să vedeţi un vas cu apă pus pe flacăra unui aragaz. Datorită încălzirii, temperatura apei creşte treptat, pentru ca în final apa să fiarbă.

În cele ce urmează ne propunem să urmărim cu atenţie fenomenul şi să deducem concluziile respective.

E | *Experimentul 18.* Aşezaţi pe sita cu azbest un balon de sticlă în care se află cca 250 cm³ de apă la o temperatură apropiată de 55°C—60°C. În balon introduceţi un termometru astfel încît să nu ajungă în contact cu apa (fig. 3.2.18). Încălziţi balonul cu ajutorul unei lămpi de spirt, urmăriţi comportarea

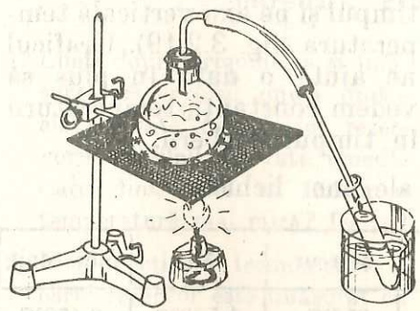


Fig. 3.2.17. Dispozitiv experimental pentru experimentul 17.

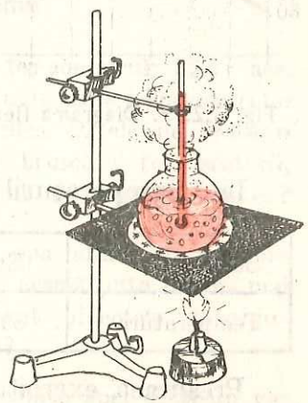


Fig. 3.2.18. Fierberea apei.

E lichidului, indicaţiile termometrului şi treceţi observaţiile obţinute la intervale egale de timp, într-un tabel.

| Timpul (în minute) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura (în grade) | 60 | 65 | 72 | 80 | 88 | 95 | 100 | 100 | 100 |

Urmărind desfăşurarea fenomenului, aţi observat că pe pereţii balonului de sticlă apar bule mici de aer care se ridică şi se sparg la suprafaţă. După ce apa se încălzeşte suficient, de pe fundul balonului încep să se ridice bule mari. Acestea sînt formate din aer şi vapori de apă care în contact cu straturile superioare mai reci, se condensează, înainte de a ajunge la suprafaţă. Fenomenul este însoţit de un zgomot specific. Cînd termometrul arată 100°C, bulele cu vapori apar în întreaga masă a apei, se ridică la suprafaţa ei, unde se sparg eliberînd vaporii de apă. Apa din balonul de sticlă fierbe, trecînd în stare de vapori.

**Fierberea este vaporizarea unui lichid care are loc în toată masa lui.**

Termometrul indică aceeaşi temperatură 100°C, deşi lampa de spirt continuă să încălzească lichidul.

Experienţele efectuate pentru a determina temperatura de fierbere a diferitelor lichide au arătat că: *în condiţii obişnuite fiecare lichid fierbe la o anumită temperatură; în timpul fierberii temperatura rămîne constantă.*

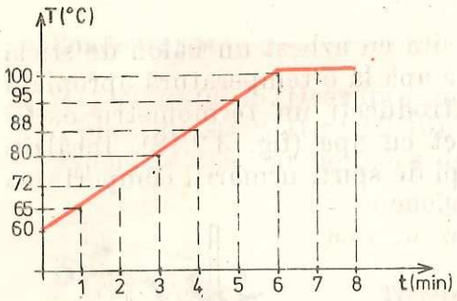


Fig. 3.2.19. Diagrama fierberii apei.

Cu ajutorul datelor trecute în tabelul de observaţii, alcătuiţi o diagramă a fierberii apei, trecînd pe axa orizontală timpul şi pe axa verticală temperatura (fig. 3.2.19). Graficul ne ajută o dată în plus să vedem constanţa temperaturii în timpul fierberii.

Iată temperaturile de fierbere ale unor lichide:

| Substanţa | Eter | Alcool | Mercur | Aur | Fier topit |
|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura | 35°C | 78°C | 357°C | 1 530°C | 2 450°C |

Presiunea exercitată asupra lichidului influenţează temperatura de fierbere. Astfel, pe vîrful unui munte, datorită presiunii scăzute, apa fierbe la o temperatură sub 100°C în timp ce în cazanele de presiune fierberea are loc la temperaturi mai mari.

Experimental s-a stabilit că substanţele care se află în stare gazoasă, prin răcire suficientă, se transformă în lichide care fierb la o temperatură foarte joasă. De exemplu oxigenul lichid fierbe la presiune normală, la temperatura de —183°C.

Substanţele pe care în condiţii obişnuite le întîlnim în stare solidă, prin topire se transformă în lichide care fierb la o temperatură ridicată. De exemplu fierberea fierului topit are loc la temperatura de 2 450°C.



## Rezumat

Vaporizarea este transformarea unui lichid în vapori.
Evaporarea este vaporizarea la suprafaţa lichidului.
Factorii care influenţează evaporarea sînt: suprafaţa de evaporare, temperatura, natura lichidului, proprietăţile masei de aer aflat deasupra lichidului.
Evaporarea este însoţită de scăderea temperaturii mediului înconjurător.
Fierberea este o vaporizare care are loc în întreaga masă a lichidului.
Condensarea este transformarea vaporilor în lichid.
Condensarea este însoţită de creşterea temperaturii mediului înconjurător.

### Întrebări. Exerciţii. Probleme

1. Luaţi două termometre şi înfăşuraţi rezervorul unuia dintre ele cu vată uscată, iar rezervorul celuilalt cu vată umedă. Care dintre ele va indica o temperatură mai mică? De ce?
2. Introduceţi un termometru al cărui rezervor este înfăşurat cu vată într-o sticlă cu acetonă la temperatura camerei. Scoateţi termometrul din acetonă şi grăbiţi evaporarea ei mişcînd rapid termometrul prin aer. Citind indicaţiile termometrului veţi vedea că ele ne arată o scădere bruscă a temperaturii, chiar sub zero grade. De ce?
3. De ce apa aflată în urcioare de lut, nesmălţuite devine mai rece decît obiectele înconjurătoare?
4. Pe suprafaţa apei dintr-un vas, puneţi o cutie făcută dintr-o

tablă subțire în care este apă, în așa fel încît cutia să poată pluti. Încălziți vasul la 100°C, ca apa din vas să fiarbă. Va începe să fiarbă și apa din cutia care plutește?

5. Ați observat cum o picătură de apă pusă pe o suprafață metalică puternic încălzită se rostogolește dintr-un loc în altul, micșorîndu-și treptat volumul? Cum explicați acest fapt?

6. Ce condiție trebuie îndeplinită, pentru a putea separa două lichide prin fierbere?

7. De ce apa stinge focul?

8. Cum explicați formarea picăturilor de ploaie?

9. Cînd se aburesc ochelarii: cînd trecem de afară în cameră, sau cînd trecem din cameră afară?

10. Folosind și cunoștințele de geografie, explicați circuitul apei în natură.

## 4. Topirea. Solidificarea

Am văzut în lecțiile trecute că starea de agregare a unei substanțe poate fi schimbată în anumite condiții. În cele ce urmează vom întîlni noi fenomene în care se schimbă starea de agregare a unei substanțe. Așa de exemplu, o bucată de gheață adusă la temperatura camerei se topește transformîndu-se în apă. Apa lăsată în ger îngheață trecînd din stare lichidă în stare solidă.

**Trecerea unei substanțe din stare solidă în stare lichidă se numește topire.**
**Trecerea unei substanțe din stare lichidă în stare solidă se numește solidificare.**

Pentru ca gheața să înceapă să se topească este suficient să o aducem într-o cameră caldă. Cristalele de naftalină, care sînt solide la temperatura obișnuită, se topesc dacă le introducem într-o eprubetă și pe aceasta la rîndul ei o scufundăm în apă clocotită. O bucată de plumb sau de cositor se poate topi într-o lingură de fier, încălzită la flacăra unei lămpi de spirt sau la aragaz. Pentru topirea cuprului, fierului și a fontei este necesară o temperatură mai mare, care se obține în cuptoare speciale. Deci substanțele se topesc la anumite temperaturi, care depind de natura lor.

E *Experimentul 19.* Aduceți în sala de clasă încălzită, un vas cu gheață spartă în bucăți mici și introduceți în el un termometru. Veți observa că inițial termometrul indică o temperatură sub zero grade, care apoi crește treptat pînă cînd ajunge la 0°C. La această temperatură gheața începe să se topească,



E dar nivelul mercurului din termometru nu se ridică deasupra lui 0°C atîta timp cît nu se topește toată gheața.

**Concluzie.** *În timpul trecerii apei din stare solidă în stare lichidă, temperatura rămîne neschimbată (0°C).*

E *Experimentul 20, a.* Puneți într-o eprubetă 4—5 g cristale de naftalină și un termometru. Introduceți eprubeta într-un vas cu cca 250 g apă caldă (60°C) și continuați să încălziți vasul la o flacără (fig. 3.2.20). Observați cu atenție termometrul și substanța din eprubetă.

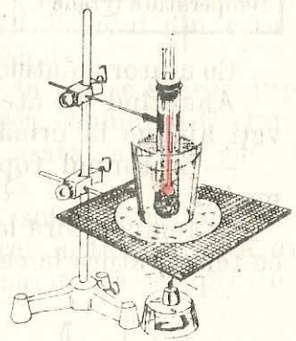


Fig. 3.2.20. Dispozitiv experimental pentru topirea naftalinei.

După un interval de timp în care temperatura crește, se observă o primă picătură de lichid în eprubetă, apoi naftalina se transformă treptat în lichid.

Pînă cînd ultimul cristal de naftalină nu s-a transformat în lichid, termometrul nu urcă mai sus de 80°. Continuînd încălzirea, temperatura naftalinei începe din nou să se ridice, fapt indicat de termometru.

Citiți temperaturile din minut în minut și treceți-le într-un tabel asemănător celui care urmează.

| Timpul (în minute) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura (grade °C) | 60 | 66 | 70 | 74 | 77 | 80 | 80 | 80 | 84 | 88 | 92 |

Cu datele obținute alcătuiți un grafic în care treceți pe abscisă timpul în minute și pe ordonată temperatura în grade Celsius (fig. 3.2.21). Tabelul și graficul confirmă observația că pînă la apariția primei picături de lichid, temperatura crește continuu, apoi rămîne constantă (80°C) în timpul topirii, ca după aceea să înceapă iar să crească.

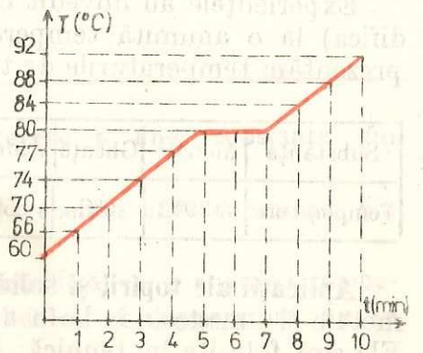



Fig. 3.2.21. Graficul topirii naftalinei.

E *Experimentul 20, b.* Scoateţi eprubeta din vasul cu apă şi îndepărtaţi flacăra cu care aţi încălzit vasul (fig.3.2.22). Naftalina răcindu-se va începe să se solidifice. Urmăriţi indicaţiile termometrului şi notaţi într-un tabel datele înregistrate.

| Timpul (în minute) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura (grade°C) | 90 | 86 | 82 | 80 | 80 | 80 | 78 | 75 | 72 |

Cu ajutorul datelor din tabel alcătuiţi un grafic (fig. 3.2.23).

Analizînd cu atenţie datele obţinute în cele două experienţe veţi ajunge la următoarele concluzii:

— în timpul topirii şi al solidificării, temperatura nu se modifică;

— temperatura la care începe (se termină) topirea este aceeaşi cu temperatura la care începe (se termină) solidificarea naftalinei.

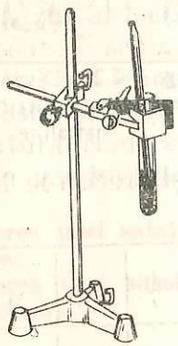


Fig. 3.2.22. Solidificarea naftalinei.

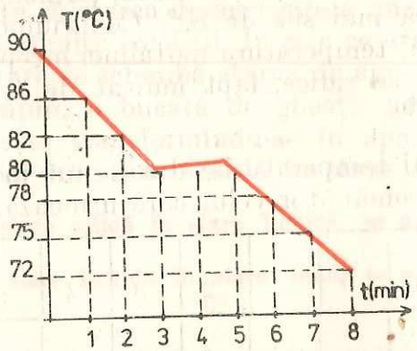



Fig. 3.2.23. Graficul solidificării naftalinei.

Experienţele au dovedit că fiecare substanţă se topeşte (solidifică) la o anumită temperatură. În tabelul care urmează, vă prezentăm temperaturile de topire ale cîtorva substanţe.

| Substanţa | Mercur | Gheaţă | Aluminiu | Cupru | Aur | Argint | Zinc | Alamă |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura | —39°C | 0°C | 659°C | 1 083°C | 1 063°C | 960°C | 430°C | 900°C |

**Aplicaţii ale topirii şi solidificării.** Topind două sau mai multe metale şi amestecîndu-le în anumite proporţii se obţin aliajele. Ele sînt folosite în tehnică, deoarece au multe proprietăţi noi diferite de cele ale metalelor din care au fost obţinute.



Spre exemplu, alama este un aliaj de cupru cu zinc (conţine pînă la 70% cupru) care este folosit în sudură. Din tabel, constatăm că alama are temperatura de topire (900°C) diferită de a cuprului (1 083°C) sau de a zincului (430°C).

Experimental s-a constatat că majoritatea substanţelor, prin topire, îşi măresc volumul, iar prin solidificare şi-l micşorează. Excepţie de la această regulă fac puţine substanţe, ca de pildă gheaţa, fonta, bismutul. Prin topire aceste substanţe îşi micşorează volumul şi deci prin solidificare şi-l măresc. Ca urmare, corpul solid are densitatea mai mică decît lichidul din care a provenit şi pluteşte în aceeaşi substanţă lichidă.

Ştiţi cu toţii că o sticlă cu apă scoasă în ger se sparge după un anumit timp. Cauza o constituie creşterea volumului la transformarea apei în gheaţă. Măsurătorile au arătat că 100 $cm^3$ de apă dau prin solidificare 109 $cm^3$ de gheaţă.

Această mărire a volumului apei prin solidificare provoacă spargerea ţevilor, radiatoarelor şi a oricăror instalaţii, dacă, din neglijenţă, n-au fost golite de apă iarna, înainte ca temperatura să scadă sub zero grade.

Pentru protejarea conductelor prin care trece apă, se iau măsuri de izolare: fie prin introducerea conductelor sub pămînt, fie prin utilizarea unor manşoane din materiale termoizolatoare (vată de sticlă).

Fenomenele de topire şi solidificare a metalelor sînt folosite în tehnică, la executarea prin turnare a diferitelor piese. În acest scop, metalul topit se toarnă într-o formă al cărei interior corespunde piesei dorite. Pentru ca turnarea să dea cît mai bune rezultate, trebuie ca substanţa topită să umple complet forma. În acest scop fonta este un foarte bun material. Explicaţi de ce?

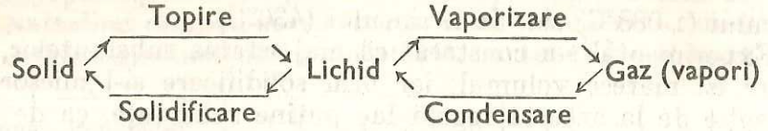
## Rezumat

**Topirea este fenomenul de trecere a unei substanţe din stare solidă în stare lichidă.**

**Solidificarea este fenomenul de trecere a unei substanţe din stare lichidă în stare solidă.**

**Fiecare substanţă se topeşte (solidifică) la o anumită temperatură. În tot timpul topirii (solidificării) temperatura nu se schimbă.**

Schimbarea stării de agregare a substanțelor este sintetizată în următoarea schemă:




## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Introduceți în apă fierbinte o lumînare. Are loc un fenomen de topire?
2. Explicați formarea nisipurilor în deșerturi, ținînd seama de faptul că între zi și noapte există diferențe mari de temperatură.
3. Luați o bucată de lemn sau de os și încălziți-o. Ce constatați? Se topește?
4. O bucată de gheață este adusă într-o cameră cu temperatura de 0°C. Se va topi?
5. Zahărul se topește dacă îl punem într-o cană cu ceai sau dacă îl punem într-o cratiță fără apă pe foc?
6. Cum se formează țurțurii de gheață la streșinile acoperișurilor caselor în timpul iernii?
7. De ce, cînd afară este ger, mîna umedă se lipește de clanța de metal a ușii?
8. De ce, pentru răcirea unui motor de automobil, în timpul iernii, nu se folosește apă ci un amestec din glicerină și alcool denumit antigel?

## 3.3. Fenomene electrice și magnetice

### 1. Electrizarea

Cu siguranță că ați observat că un pieptene uscat, trecut de mai multe ori prin păr, atrage firele de păr. Un disc de picup, după utilizare, atrage firele de praf. Uneori pe vreme ploioasă se văd fulgere și se aud tunete. Acestea sînt cîteva exemple de fenomene electrice.

În lecțiile următoare vom examina unele aspecte ale fenomenelor electrice.

**Electrizarea prin frecare.** Precizăm că, pentru buna reușită a experimentelor care urmează, este necesar ca toate corpurile cu care veți lucra să fie curate și foarte bine uscate.



E *Experimentul 1. a)* Faceți o grămăjoară din bucățele de hîrtie subțire (sau din bucățele de plută). Apropiați pe rînd de această grămăjoară o bandă de celuloid (banda transparentă din trusa de fizică), o bandă de PCV (banda albă din trusă), o vergea de sticlă, o vergea de aluminiu, o țesătură de lînă etc. (fig. 3.3.1). Constatați că nu se întîmplă nimic.

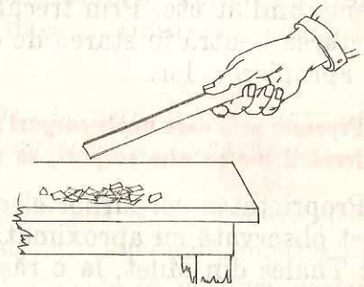


Fig. 3.3.1. Banda de celuloid nu atrage corpuri ușoare.

E *b)* Frecați cu o țesătură din lînă (sau din fibre sintetice) banda de celuloid. Apropiați apoi, pe rînd, de corpurile ușoare, banda de celuloid și partea țesăturii cu care ați frecat-o. Constatați că partea frecată a benzii de celuloid și a țesăturii atrage fragmentele ușoare de hîrtie (sau de plută) (fig. 3.3.2, *a* și *b*).

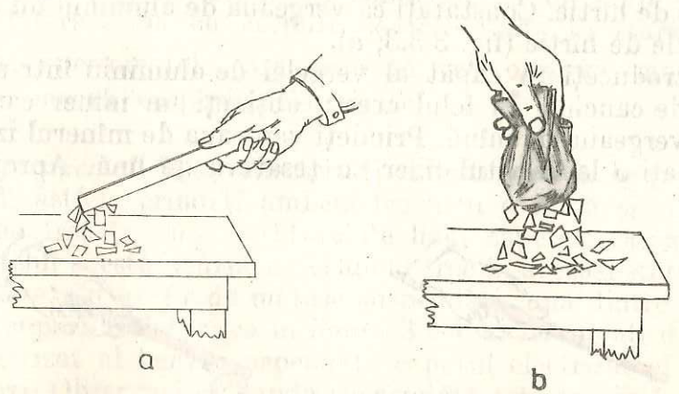



Fig. 3.3.2. *a)* În urma frecării cu țesătura de lînă, celuloidul atrage bucățele de hîrtie; *b)* în urma frecării cu banda de celuloid, țesătura de lînă atrage bucățele de hîrtie.

**Concluzie.** *În urma frecării benzii cu țesătura, aceste corpuri au căpătat proprietatea de a atrage corpuri ușoare.*

Spunem că prin frecare cele două corpuri au trecut într-o altă stare fizică, numită *stare de electrizare.* Corpurile aflate în

stare de electrizare se numesc *corpuri electrizate* sau corpuri încărcate cu *sarcini electrice.*

În general, corpurile nu sînt electrizate. Despre un corp neelectrizat spunem că este în *stare neutră.*

Experimentul 1 poate fi repetat şi cu alte corpuri, de exemplu: un pieptene, o riglă de plastic, un tub de caučiuc, un balon de cauciuc umflat etc. Prin frecare cu o ţesătură aceste corpuri trec din starea neutră în starea de electrizare şi atrag corpurile uşoare din apropierea lor.

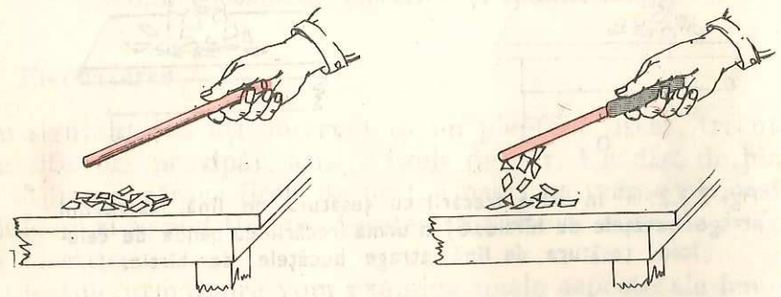
**Procesul prin care unele corpuri neutre trec în stare de electrizare, în urma frecării lor cu alte corpuri, se numeşte electrizare prin frecare.**

**Proprietatea corpurilor electrizate de a atrage corpuri uşoare a fost observată cu aproximativ 2 500 de ani în urmă de filozoful grec Thales din Milet, la o răşină numită în limba română chihlimbar şi elèktron în limba greacă. De la numele acestei răşini a rezultat denumirea de electrizare.**

Experimentul pe care-l veţi face în continuare va dovedi că există şi alte corpuri care pot fi electrizate prin frecare.

E *Experimentul 2. a)* Frecaţi cu o ţesătură de lînă o vergea de aluminiu şi apropiaţi-o cu partea frecată de fragmentele uşoare de hîrtie. Constataţi că vergeaua de aluminiu nu atrage bucăţele de hîrtie (fig. 3.3.3, *a*).

*b)* Introduceţi un capăt al vergelei de aluminiu într-un tub scurt de cauciuc. În felul acesta obţineţi un mîner care izolează vergeaua de mînă. Prindeţi vergeaua de mînerul izolator şi frecaţi-o la capătul liber cu ţesătura de lînă. Apropiaţi-o



a b

Fig. 3.3.3. *a)* Vergeaua de aluminiu ţinută în mînă şi frecată cu ţesătura de lînă nu atrage bucăţelele de hîrtie; *b)* vergeaua de aluminiu, prevăzută cu mîner izolator, frecată cu ţesătura de lînă, atrage corpuri uşoare.



E apoi cu capătul frecat de bucăţelele uşoare de hîrtie sau de plută. Constataţi că vergeaua atrage corpuri uşoare pe toată partea neizolată (fig. 3.3.3, *b*). Atingeţi vergeaua cu mîna şi apropiaţi-o din nou de corpurile uşoare. Observaţi că vergeaua nu mai atrage corpurile uşoare.

*c)* Repetaţi experimentul cu o vergea din cupru sau din alt metal. Veţi constata că şi această vergea, dacă este izolată, se electrizează prin frecare, dar dacă e atinsă cu mîna ea trece în stare neutră.

**Concluzie.** *Metalele pot fi electrizate prin frecare, dar, atinse cu mîna, ele trec din starea de electrizare în starea neutră.*

**Conductoare şi izolatoare.** Corpurile pot fi: izolatoare şi conductoare. Exemple de izolatoare: sticla, cauciucul, masele plastice, porţelanul, mătasea, lîna etc. Pe aceste corpuri sarcinile electrice rămîn localizate în locurile unde au apărut. Exemple de conductoare: metalele, corpul omenesc, Pămîntul. În conductoare sarcinile electrice se răspîndesc liber.

**Interacţiunea corpurilor electrizate.** În experimentele pe care le-aţi efectuat pînă acum aţi constatat că un corp electrizat poate interacţiona cu corpuri uşoare, aflate în stare neutră.

Din experimentele care urmează veţi observa modul cum interacţionează corpurile electrizate.

E *Experimentul 3. a)* Electrizaţi simultan două benzi de celuloid, astfel: prindeţi ambele benzi cu o mînă şi cu cealaltă mînă frecaţi, cu o ţesătură de lînă, capetele rămase libere. În felul acesta benzile de celuloid trec în aceeaşi stare de electrizare. Cu un fir de mătase suspendaţi una dintre benzi de un suport izolator, ca în figura 3.3.4, *a*. Apropiaţi de capătul electrizat al benzii suspendate capătul electrizat al celeilalte benzi. Observaţi că banda suspendată este respinsă de banda care este ţinută în mînă.

*b)* Cu o ţesătură de bumbac electrizaţi prin frecare o vergea de sticlă sau o eprubetă de sticlă. Apropiaţi capătul electrizat al vergelei de partea electrizată a benzii suspendate (fig. 3.3.4, *b*); observaţi că banda suspendată este atrasă de vergeaua de sticlă. Înseamnă că sticla şi celuloidul s-au electrizat diferit.

*c)* De capătul electrizat al benzii suspendate apropiaţi corpuri din alte substanţe pe care le electrizaţi prin frecare cu ţesături

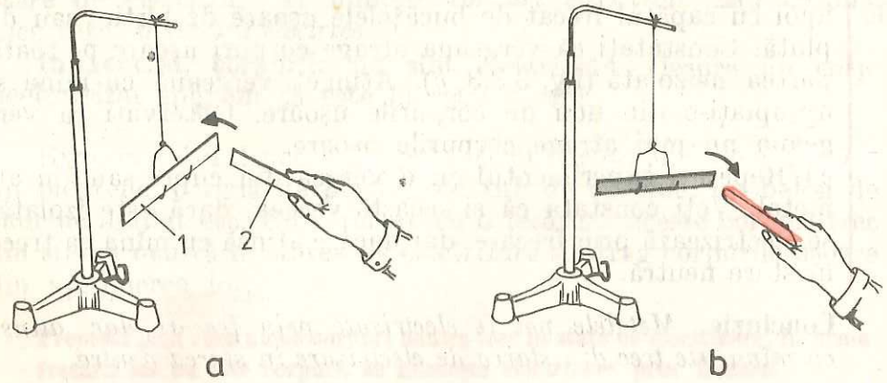



Fig. 3.3.4. *a)* Două benzi de celuloid electrizate identic se resping reciproc; *b)* eprubeta electrizată atrage banda de celuloid electrizată.

E | din fibre diferite. Veți constata că unele corpuri electrizate atrag banda de celuloid suspendată, iar altele o resping.

**Concluzie.** *Corpurile electrizate pot avea două stări de electrizare diferite: starea de electrizare de felul celei care apare pe sticla frecată cu bumbac și starea de electrizare de felul celei care apare pe celuloidul frecat cu lînă.*

Prin urmare, corpurile electrizate pot fi încărcate cu două feluri de sarcini electrice.

Folosind denumirile și notațiile adoptate în fizică, vom numi sarcini pozitive și le vom nota cu semnul + sarcinile care apar pe sticla electrizată prin frecare cu o țesătură de bumbac. Vom numi sarcini negative și le vom nota cu semnul — sarcinile care apar pe celuloidul electrizat prin frecare cu o țesătură de lînă.

Se înțelege că toate corpurile electrizate care se comportă ca sticla electrizată sînt încărcate cu sarcini pozitive, iar cele care se comportă la fel cu celuloidul electrizat, sînt încărcate cu sarcini negative.

Două corpuri încărcate cu sarcini electrice pot interacționa astfel:

— corpurile încărcate cu sarcini electrice de același fel se resping reciproc (fig. 3.3.5, *a* și *b*);

— corpurile încărcate cu sarcini electrice diferite se atrag reciproc (fig. 3.3.5, *c*).

Regiunea din vecinătatea unui corp electrizat în care acesta manifestă forțe de interacțiune electrică se numește *cîmp electric.*

Din experimentul următor vom afla cu ce fel de sarcini electrice se încarcă două corpuri frecate unul de altul.



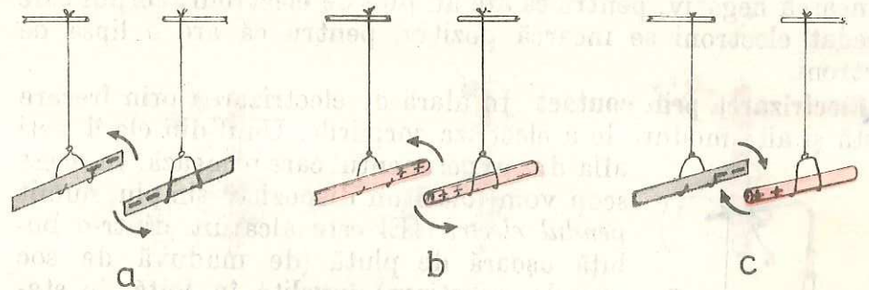



Fig. 3.3.5.*a)* Două benzi de celuloid electrizate cu sarcini negative se resping reciproc; *b)* două vergele de sticlă încărcate cu sarcini pozitive se resping reciproc; *c)* celuloidul electrizat cu sarcini negative și sticla electrizată cu sarcini pozitive se atrag reciproc.

E | *Experimentul 4.* Electrizați prin frecare cu o țesătură de lînă o bandă de celuloid și suspendați-o de un suport cu un fir de mătase. Apropiați de capătul electrizat al benzii de celuloid partea țesăturii cu care ați frecat-o. Constatați că banda de celuloid este atrasă de țesătură. Înseamnă că ele sînt încărcate cu sarcini electrice diferite (fig. 3.3.6).

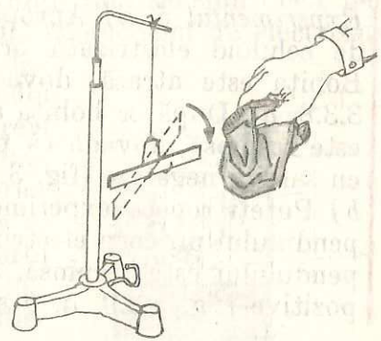


Fig. 3.3.6. Banda de celuloid și țesătura electrizate simultan prin frecarea lor se atrag reciproc.

**Concluzie.** *Două corpuri frecate unul de celălalt se electrizează simultan cu sarcini electrice de semne diferite.*

**Explicarea electrizării corpurilor.** Corpurile sînt alcătuite din atomi. Fiecare atom este alcătuit dintr-un nucleu în jurul căruia și la diferite distanțe de el se mișcă electroni. În nucleul fiecărui atom există unele particule încărcate cu sarcini pozitive. Electronii posedă sarcini negative. În mod normal, la un atom, numărul sarcinilor pozitive este egal cu numărul sarcinilor negative. În acest caz atomul este neutru. Se înțelege că și un corp în stare neutră din punct de vedere electric are un număr egal de sarcini pozitive și de sarcini negative. În timpul frecării a două corpuri, unii electroni pot trece de la atomi care aparțin unui corp, la atomi care aparțin celuilalt corp. Corpul care primește electroni

se încarcă negativ, pentru că are un plus de electroni; corpul care a cedat electroni se încarcă pozitiv, pentru că are o lipsă de electroni.

**Electrizarea prin contact.** În afară de electrizarea prin frecare există și alte moduri de a electriza corpurile. Unul din ele îl veți afla din experimentul care urmează. În acest scop vom folosi un dispozitiv simplu, numit *pendul electric*. El este alcătuit dintr-o bobiță ușoară de plută (de măduvă de soc sau de polistiren) învelită în foiță de staniol și suspendată cu un fir subțire de mătase de un suport izolator (fig. 3.3.7).

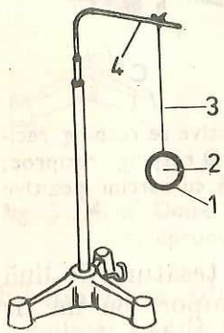



Fig. 3.3.7. Pendulul electric: (1) foița de staniol, (2) bobița de plută, (3) fir de mătase, (4) suport de sticlă.

E | *Experimentul 5. a)* Apropiați de bobița pendulului o bandă de celuloid electrizată prin frecare cu o țesătură de lînă. Bobița este atrasă, dovadă că banda este electrizată (fig. 3.3.8, *a*). După ce bobița atinge banda electrizată negativ ea este respinsă, dovadă că prin contact bobița s-a încărcat tot cu sarcini negative (fig. 3.3.8, *b* și *c*).
*b)* Puteți repeta experimentul atingînd de bobița neutră a pendulului un corp electrizat pozitiv. Veți constata că bobița pendulului este respinsă, deci se încarcă cu sarcini electrice pozitive (fig. 3.3.9, *a*, *b* și *c*).

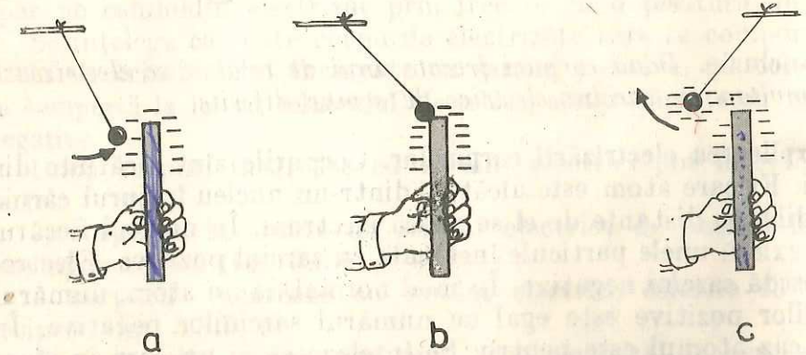



Fig. 3.3.8. Electrizarea prin contact, cu sarcini negative, a pendulului electric: *a)* bobița metalizată a pendulului este atrasă de banda electrizată negativ; *b)* la contactul dintre bandă și bobiță se face un transfer de sarcini negative pe bobiță; *c)* bobița s-a încărcat negativ și este respinsă de bandă.



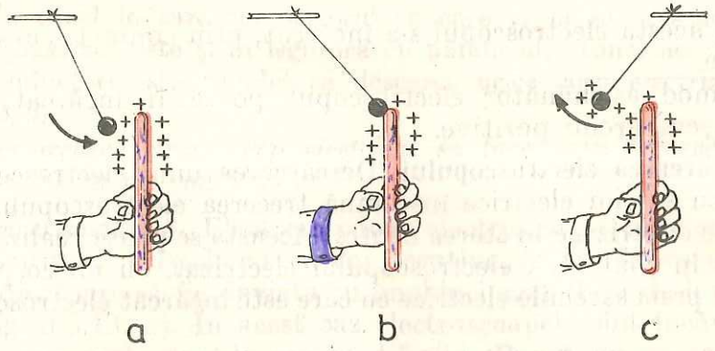



Fig. 3.3.9. Electrizarea prin contact, cu sarcini pozitive, a bobiței pendulului electric.

**Concluzie.** *Prin contactul dintre un corp neutru și un corp electrizat, corpul neutru se încarcă cu sarcini electrice de același fel, ca și sarcinile corpului electrizat.*

**Electroscopul.** Un alt dispozitiv mult mai sensibil decît pendulul electric, folosit pentru studiul fenomenelor de electrizare, este electroscopul (fig. 3.3.10). Acest dispozitiv este format dintr-o cutie cu doi pereți transparenți, în interiorul căreia este introdusă o lamă metalică (3). Lama metalică este fixată de peretele superior al cutiei cu un dop izolator (2). Pe această lamă este prins un ax în jurul căruia se poate roti un ac indicator (4), în fața unui cadran gradat (5). Un disc metalic (1) este așezat pe capătul exterior al lamei fixe.

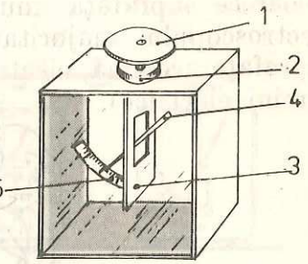



Fig. 3.3.10. Electroscopul.

E | *Experimentul 6. a)* Atingeți discul electroscopului cu o bandă de celuloid neutră; nu se observă nimic deosebit.
*b)* Atingeți discul electroscopului cu o bandă de celuloid electrizată negativ.

Ansamblul conductor: disc, lamă fixă și ac indicator se încarcă cu sarcini negative. Acul este respins de lama fixă și se îndepărtează de ea formînd cu aceasta un anumit unghi (fig. 3.3.11).

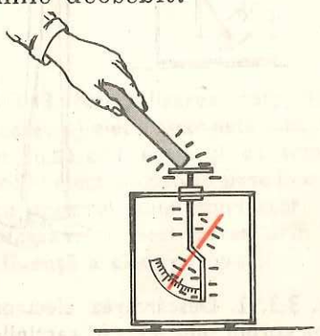


Fig. 3.3.11. Încărcarea electroscopului, prin contact, cu sarcini negative.

În felul acesta electroscopul s-a încărcat, prin contact, cu sarcini negative.

În mod asemănător electroscopul poate fi încărcat, prin contact, cu sarcini pozitive.

**Descărcarea electroscopului.** Descărcarea unui electroscop încărcat cu sarcini electrice înseamnă trecerea electroscopului din starea de electrizare în starea neutră. Aceasta se poate realiza prin punerea în contact, a electroscopului electrizat, cu un corp care poate să preia sarcinile electrice cu care este încărcat electroscopul.

E | *Experimentul 7.* Atingeţi cu mîna discul unui electroscop încărcat negativ (fig. 3.3.12, *a*). Încărcaţi apoi electroscopul cu sarcini pozitive şi atingeţi din nou discul lui cu mîna.

**Concluzie.** *Acul electroscopului revine la poziţia verticală, în ambele cazuri.*

Explicaţia acestor fenomene este următoarea: Corpul omenesc este un conductor şi prin atingerea lui de discul electroscopului sarcinile electrice se redistribuie pe aceste două conductoare. Deoarece suprafaţa unui om este mult mai mare decît cea a electroscopului, majoritatea sarcinilor electrice se vor distribui pe suprafaţa acestuia, electroscopul rămînînd practic descărcat (fără sarcini electrice).

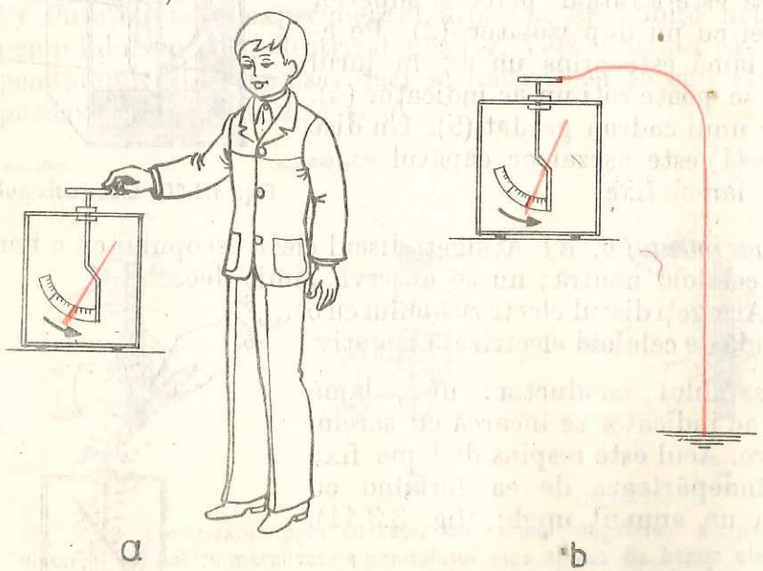



Fig. 3.3.12. Descărcarea electroscopului: *a)* sarcinile electrice se repartizează şi pe corpul omenesc; *b)* sarcinile electrice trec în pământ printr-un fir metalic.



În cazul în care conductorul cu care vrem să descărcăm un corp electrizat este şi în legătură cu pămîntul, atunci acest sistem de conductori este capabil să descarce orice corp electrizat (fig. 3.3.12, *b*).

*Descărcarea unui corp electrizat se face prin legarea lui la pămînt cu un conductor.*

E | *Experimentul 8.* Electrizaţi două electroscoape: unul cu sarcini pozitive şi celălalt cu sarcini negative, în aşa fel ca acele lor indicatoare să fie deviate cu unghiuri egale faţă de lama fixă (fig. 3.3.13, *a*). În acest caz electroscoapele sînt încărcate cu sarcini egale dar de semne diferite. Puneţi în contact, prin intermediul unui conductor (1) prevăzut cu mîner izolator (2), discurile electroscoapelor (fig. 3.3.13, *b*).

**Concluzie.** *În urma contactului realizat între discurile electroscoapelor, acele celor două electroscoape revin în poziţie verticală.*

Electroscoapele au trecut din starea de electrizare în starea neutră. Electroscopul care a fost încărcat negativ a devenit neutru pentru că el a cedat electronii, pe care i-a avut în plus,

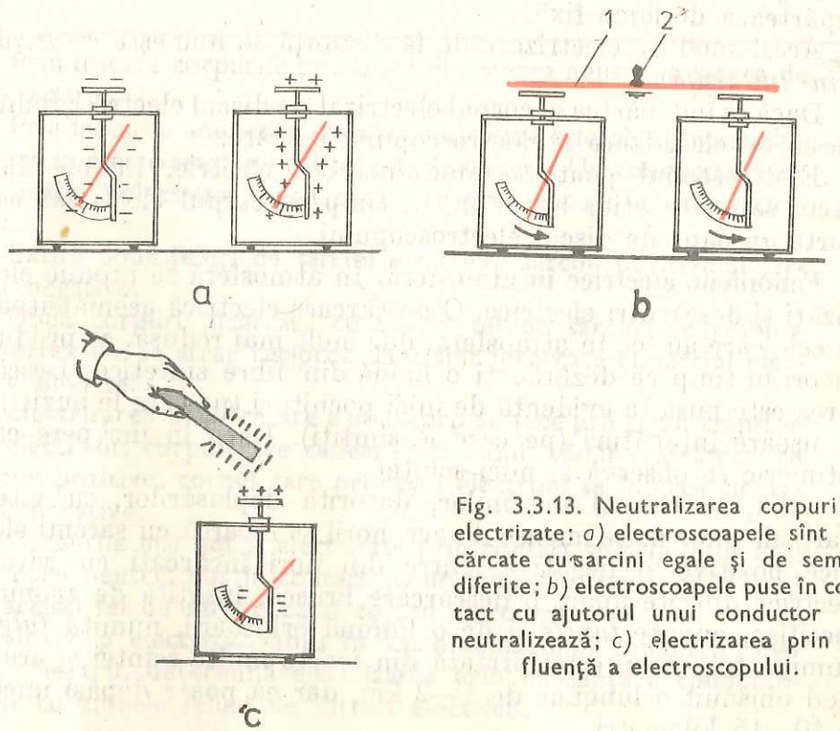



Fig. 3.3.13. Neutralizarea corpurilor electrizate: *a)* electroscoapele sînt încărcate cu sarcini egale şi de semne diferite; *b)* electroscoapele puse în contact cu ajutorul unui conductor se neutralizează; *c)* electrizarea prin influenţă a electroscopului.

celuilalt electroscop care avea lipsă de electroni, fiind încărcat pozitiv. Prin acest transfer de electroni cele două electroscoape au devenit neutre.

*Două conductoare încărcate cu sarcini electrice egale ca mărime dar de semne diferite se neutralizează din punct de vedere electric atunci cînd sînt puse în contact.*

**Electrizarea prin influenţă.** Dacă de discul unui electroscop, neutru din punct de vedere electric, se apropie un corp electrizat, de exemplu o bandă de celuloid electrizată negativ (fig. 3.3.13, *c*), se constată că acul indicator al electroscopului se depărtează de lama fixă. Depărtarea acului electroscopului de lamă dovedeşte că electroscopul s-a încărcat cu sarcini electrice.

Cum s-a produs acest lucru?

Prin apropierea benzii de celuloid electrizată negativ de discul electroscopului are loc o separare a sarcinilor electrice de pe electroscop, şi anume: sarcinile negative de pe disc vor fi respinse de către sarcinile negative de pe bandă, ele ajungînd astfel pe lama şi acul electroscopului care se încarcă negativ iar discul electroscopului va rămîne încărcat pozitiv. Lama şi acul electroscopului fiind încărcate negativ se resping reciproc şi acul se depărtează de lama fixă.

Acest mod de electrizare de la distanţă se numeşte *electrizare prin influenţă.*

Dacă se îndepărtează corpul electrizat de discul electroscopului, starea de electrizare a electroscopului dispare.

Electroscopul poate rămîne încărcat electric, numai dacă discul său este atins cu mîna, în timp ce corpul electrizat este foarte aproape de discul electroscopului.

**Fenomene electrice în atmosferă.** În atmosferă se produc electrizări şi descărcări electrice. O descărcare electrică asemănătoare cu cele care au loc în atmosferă, dar mult mai redusă, se produce uneori în timp ce dezbrăcaţi o haină din fibre sintetice. Descărcarea este pusă în evidenţă de mici pocnituri (pe care le auziţi) şi de uşoare înţepături (pe care le simţiţi). Dacă în încăpere este întuneric se observă şi mici scîntei.

Vara, în timpul furtunilor, datorită deplasărilor, cu viteze mari, ale unor mase imense de aer, norii se încarcă cu sarcini electrice pozitive şi negative. Între doi nori încărcaţi cu sarcini electrice diferite apare o descărcare bruscă, însoţită de zgomote specifice, numite *tunete* şi de o lumină orbitoare, numită *fulger*. Lumina fulgerului este formată din foarte multe scîntei şi are în mod obişnuit o lungime de 1—2 km, dar ea poate depăşi uneori şi 10—15 kilometri.



*Trăznetul* este descărcarea dintre un nor şi pămînt, sau dintre un nor şi un corp înalt de pe sol. Ea se produce prin intermediul aerului atmosferic, foarte umed. Dacă trăznetul cade pe un arbore, îl carbonizează; cînd cade pe o clădire produce incendiu. Dacă o persoană se găseşte aproape de locul unde a căzut un trăznet, ea poate fi ucisă de descărcarea electrică.

Pentru a proteja construcţiile înalte de efectele dăunătoare ale trăznetului se folosesc paratrăznete. Un paratrăznet este format dintr-o tijă metalică terminată cu un vîrf ascuţit. Ea se instalează pe partea cea mai înaltă a clădirii. Un conductor metalic suficient de gros leagă tija de o placă metalică îngropată adînc în pămînt. Dacă un nor se apropie de paratrăznetul instalat pe o clădire, descărcarea electrică a norului se face prin intermediul paratrăznetului şi în acest fel se evită efectele dăunătoare ale trăznetului.

În timpul unei furtuni, din cauza trăznetelor care pot surveni este periculos să te adăposteşti sub arbori înalţi.

## Rezumat

Prin frecare corpurile pot trece din starea neutră în starea de electrizare.

Prin frecarea unui corp izolator, cum este celuloidul sau sticla, acesta se electrizează numai pe părţile frecate. Un conductor însă nu poate fi electrizat, decît dacă este prevăzut cu un mîner izolator.

Există două feluri de sarcini electrice: sarcini pozitive şi sarcini negative.

Două corpuri încărcate cu acelaşi fel de sarcini se resping reciproc; ele se atrag reciproc dacă sînt încărcate cu sarcini electrice diferite.

Electrizarea prin frecare a unui corp se face printr-un transfer de electroni: corpul care cedează electroni rămîne încărcat cu sarcini pozitive, corpul care primeşte electroni se încarcă cu sarcini negative.

Corpurile mai pot fi electrizate prin contact şi prin influenţă. Un corp neutru, pus în contact cu un corp electrizat, se încarcă cu acelaşi fel de sarcini ca şi corpul electrizat.

Un corp electrizat, adus în vecinătatea unui conductor metalic neutru, determină electrizarea prin influenţă a conductorului cu ambele feluri de sarcini electrice.

**Descărcarea electrică a unui corp electrizat înseamnă readucerea lui în starea neutră. Descărcarea se poate face prin contactul corpului electrizat cu pămîntul sau prin neutralizarea sarcinilor electrice pozitive ale unui corp cu sarcinile electrice negative ale altui corp.**

### Întrebări. Exerciții

1. Cum puteți afla dacă un corp este în stare de electrizare sau în stare neutră?
2. Cum puteți afla dacă un corp este conductor sau izolator?
3. Cum puteți dovedi că prin frecarea unui corp cu altul cele două feluri de sarcini electrice apar simultan?
4. Cum se explică electrizarea corpurilor prin contact?
5. Un conductor pe care îl țineți în mînă poate fi electrizat prin contactul lui cu un corp electrizat?
6. De ce bobița învelită în staniol a unui pendul electric trebuie suspendată cu un fir izolator?
7. Puneți pe masă o sticlă și așezați pe ea o riglă din material plastic. Electrizați un pieptene și apropiați-l lateral de

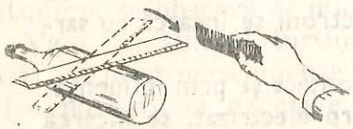


Fig. 3.3.14. Pentru exercițiul 7.

riglă ca în figura 3.3.14. Rigla se va roti. Explicați cauza.

8. Deschideți robinetul de apă și lăsați să curgă un fir subțire și continuu de apă. Electrizați o riglă de plastic și apropiați-o de firul de apă. Avînd grijă ca rigla să nu atingă firul de apă, observați fenomenul și explicați cauza.
9. Prindeți între degetele de la o mînă mijlocul unui fir de lînă sau de mătase, lung de cca 1 metru și treceți-l de cîteva ori prin îndoitura unei țesături (fig. 3.3.15). Observați ce se întîmplă și explicați interacțiunea.

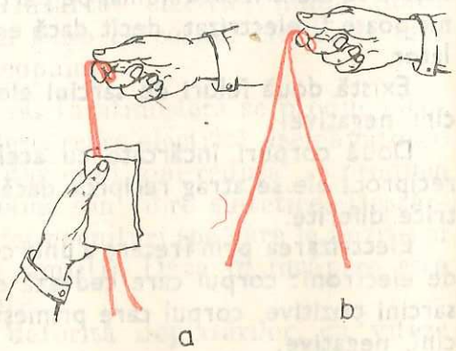



Fig. 3.3.15. Pentru exercițiul 9.

10. Se apropie una față de alta bobițele a două pendule electrice încărcate cu sarcini pozitive. Spuneți dacă, în urma apropierii lor, bobițele se atrag sau se resping. Justificați răspunsul.
11. De bobița neutră a unui pendul electric se apropie, pe rînd, un corp electrizat pozitiv, apoi altul electrizat negativ și în cele din urmă un corp neutru. Explicați pentru fiecare caz ce se întîmplă.
12. Apropiați de discul unui electroscop o baghetă de sticlă electrizată pozitiv. Explicați ce fenomen are loc.



## 2. Magnetizarea

**Magneți naturali.** În antichitate, grecii au descoperit aproape de orașul Magnezia din Asia Mică, o piatră care are proprietatea de a atrage bucățele de fier. Această rocă este formată dintr-un minereu numit magnetită. Orice bucată din acest minereu este un *magnet natural.*

Primii care au folosit magneții naturali au fost chinezii. Ei au observat că dacă un magnet natural este suspendat și se poate roti liber, el se orientează totdeauna după direcția nord-sud. Acești magneți au fost numiți pietre de orientare și cu mai bine de 4 000 de ani în urmă au fost folosiți de chinezi, ca instrumente de orientare în călătoriile lor (fig. 3.3.16).

Mult mai tîrziu, folosind tot magneți naturali, navigatorii au construit busole pentru orientarea lor în călătoriile pe mări și

Fig. 3.3.16. Piatră de orientare.

Fig. 3.3.17. Busolă veche.

oceane. O astfel de busolă era magnetul așezat pe o bucată de lemn care plutea pe suprafața apei dintr-un vas (fig. 3.3.17). Acest magnet făcea să se rotească bucata de lemn pînă cînd lua direcția nord-sud.

**Magneţi artificiali.** O bucată de fier frecată cu un magnet natural capătă proprietăţi magnetice. În acest caz spunem că fierul s-a magnetizat. Un magnet astfel obţinut se numeşte magnet artificial. Fierul se magnetizează uşor, dar cu timpul se demagnetizează; pentru aceasta, magneţii de fier se numesc *magneţi temporari.*

*Magneţii permanenţi*, care se folosesc în industrie, se fac din oţel sau din materiale speciale. Ei se magnetizează puternic şi îşi păstrează magnetizarea timp îndelungat.

Foarte mulţi magneţi se fabrică din materiale numite ferite, care prezintă avantajul de a putea fi realizaţi uşor, în forme diferite.

În experimentele care urmează veţi folosi magneţi în formă de bară, de potcoavă, de cilindru şi de ac (acul magnetic este un romb foarte alungit, tăiat dintr-o tablă de oţel şi apoi magnetizat).

### Polii unui magnet

E *Experimentul 9. a)* Aşezaţi un magnet în formă de bară pe un strat de pilitură de fier. Acoperiţi-l în întregime cu pilitură şi apoi ridicaţi-l. Observaţi că în regiunile de la capetele lui a fost atrasă pilitură de fier. Scuturaţi uşor magnetul cu scopul de a înlătura pilitura. Constataţi că pilitura atrasă de magnet nu cade; ea rămîne localizată în jurul fiecărei extremităţi a magnetului (fig. 3.3.18, *a*).
*b)* Refaceţi experimentul cu ajutorul unui magnet în formă de potcoavă. Constataţi că şi în cazul acestui magnet tot numai capetele lui atrag pilitura de fier (fig. 3.3.18, *b*).

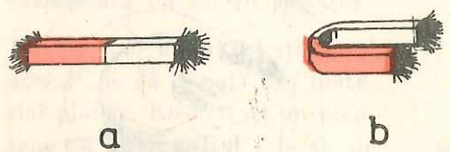



Fig. 3.3.18. Pilitura de fier atrasă de magnet rămîne localizată în jurul polilor magnetici: *a)* magnet în formă de bară; *b)* magnet în formă de potcoavă.

Regiunile de la extremităţile unui magnet, care atrag pilitura de fier, se numesc *poli magnetici.*

**Concluzie.** *Proprietăţile magnetice se manifestă cel mai puternic în jurul polilor magnetici.*

E *Experimentul 10. a)* Suspendaţi un magnet în formă de bară, cu un fir subţire, astfel încît să rămînă orizontal, şi lăsaţi-l liber. Observaţi că, după ce magnetul efectuează cîteva



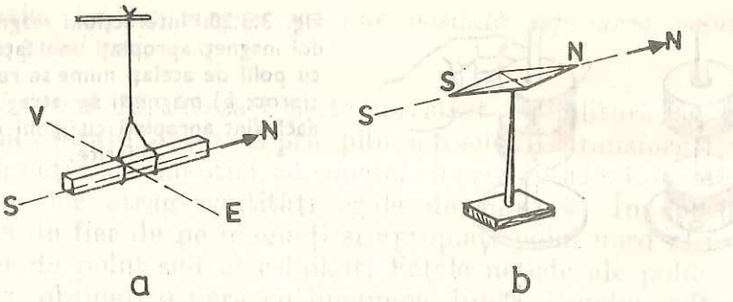



Fig. 3.3.19. Orientarea magneţilor în spaţiu pe direcţia nord-sud: *a)* bară magnetică; *b)* ac magnetic.

E oscilaţii în plan orizontal, se opreşte orientîndu-se după direcţia nord-sud. Scoateţi magnetul din această poziţie, rotindu-l în planul orizontal cu 180°, şi apoi lăsaţi-l liber. Observaţi că magnetul revine la vechea poziţie orientîndu-se cu acelaşi pol spre nord (fig. 3.3.19, *a*).
*b)* Refaceţi experimentul, folosind un ac magnetic aşezat cu mijlocul său pe vîrful unui suport vertical (fig. 3.3.19, *b*).

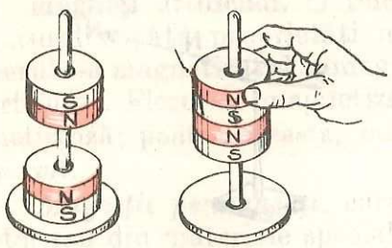
Acest experiment demonstrează că polii magnetici nu sînt identici.

**Concluzie.** *Polii unui magnet sînt diferiţi: cel care se orientează către nordul geografic este polul nord, iar cel care se orientează către sudul geografic este polul sud.*

Pentru a putea deosebi un pol de celălalt, ei sînt notaţi cu *N*, polul nord şi cu *S*, polul sud, sau sînt vopsiţi în culori diferite.

### Interacţiuni magnetice

E *Experimentul 11. a)* Pe un ax vertical introduceţi, prin orificiile lor, doi magneţi cilindrici (din trusa de fizică) astfel încît polii nord să fie faţă în faţă. Observaţi că magnetul de deasupra „pluteşte" (fig. 3.3.20, *a*). Apăsaţi cu degetele magnetul de deasupra încercînd să-l apropiaţi de cel de jos. Simţiţi că cei doi magneţi se opun apropierii lor: se resping. Întrerupeţi acţiunea mîinii. Magneţii îşi reiau poziţiile iniţiale. Schimbaţi poziţia magneţilor astfel ca polii sud să se afle faţă în faţă şi repetaţi experimentul. Observaţi că şi în acest caz magnetul de deasupra pluteşte. Încercînd să-i apropiaţi, întîmpinaţi aceeaşi rezistenţă;




a b

Fig. 3.3.20. Interacțiuni magnetice: *a)* doi magneți apropiați unul față de altul cu polii de același nume se resping reciproc; *b)* magneții se atrag reciproc dacă sînt apropiați cu polii de nume diferite.

E *b)* Introduceți magneții pe ax astfel încît să se afle față în față polii de nume diferite. Simțiți că cei doi magneți se atrag. Observați că pentru o anumită distanță magnetul de jos se ridică și se prinde cu polul său nord de polul sud al magnetului de deasupra (fig. 3.3.20, *b*).

**Concluzie.** *Dacă doi magneți sînt apropiați unul față de altul cu polii de același nume, ei se resping reciproc, iar dacă sînt apropiați cu polii de nume diferite, ei se atrag reciproc.*

**Polii unui magnet nu pot fi separați.** Pentru experimentul care urmează aveți nevoie de o sîrmă groasă de oțel lungă de 10—12 cm (se poate folosi și un ac de tricotat de oțel).

E *Experimentul 12.* Așezați pe masa de lucru un magnet cilindric. Pe un pol al magnetului așezați un capăt al sîrmei de oțel și, fără să ridicați sîrma, trageți-o încît să frece polul. Repetați această operație de cîteva ori. Apropiați sîrma de pilitură de fier. Constatați că ea s-a magnetizat; ați obținut astfel un magnet lung. Cu un clește tăiați acest magnet în două. Verificați cu ajutorul unui ac magnetic că fiecare bucată de sîrmă

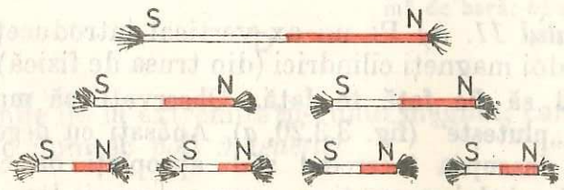



Fig. 3.3.21. Polii magnetici nu pot fi separați.

E este un magnet prevăzut cu un pol nord și un pol sud. Divizați în continuare fiecare dintre magneții rezultați; veți obține de fiecare dată cîte un nou magnet (fig. 3.3.21).



**Concluzie.** *La un magnet nu este posibilă separarea polului nord de polul sud.*

E *Experimentul 13.* Așezați peste un strat de pilitură de fier de bună calitate (obținută prin pilirea tolelor de transformator) doi magneți bară, identici, cu capetele foarte netede. Constatați că polii lor atrag cantități egale de pilitură. Îndepărtați pilitura de fier de pe magneți și apropiați polul nord al unui magnet de polul sud al celuilalt. Fețele netede ale polilor se unesc și obțineți o bară cu lungimea dublă. Prindeți această bară de mijlocul ei și așezați-o peste stratul de pilitură de fier.

Observați că pilitura este atrasă numai la extremitățile libere ale barei iar polii nord și sud care s-au unit prin atracție nu mai reține decît o cantitate neglijabilă de pilitură.

Dacă repetați experimentul, atașînd la cei doi magneți încă un magnet identic cu ceilalți, formați o bară și mai lungă care atrage pilitura de fier tot numai la extremitățile libere ale ei. La fiecare magnet astfel obținut, zona de contact capătă aceleași proprietăți ca și mijlocul oricărui magnet și nu mai atrage fierul (fig. 3.3.22, *a* și *b*).

*Orice magnet poate fi considerat ca fiind constituit dintr-un număr foarte mare de magneți mici așezați cap la cap și orientați în același sens (fig. 3.3.22, c).*

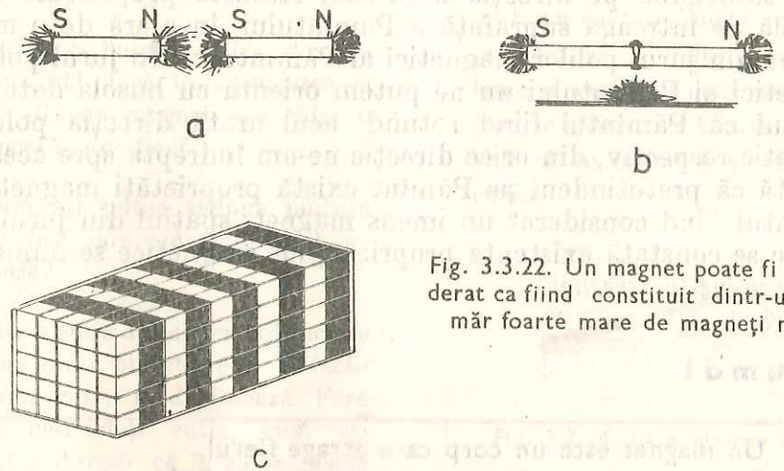
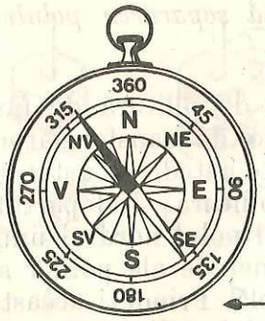



Fig. 3.3.22. Un magnet poate fi considerat ca fiind constituit dintr-un număr foarte mare de magneți mici.

*Busola* este un instrument folosit pentru orientarea pe Pămînt Ea este formată dintr-un ac magnetic așezat pe un suport vertical. Acul se rotește fără frecare într-un plan orizontal în fața unui




cadran gradat în grade. Pe cadran sînt trasate direcţiile nord-sud, est-vest şi direcţiile intermediare (roza vînturilor) (fig. 3.3.23). Un capăt al acului magnetic de la busolă indică nordul geografic.

Fig. 3.3.23. Busola.

### Cîmpul magnetic

E *Experimentul 14.* Suspendaţi un magnet în formă de bară cu ajutorul unui fir subţire astfel încît să rămînă orizontal. După ce se opreşte orientîndu-se pe direcţia nord-sud, apropiaţi de el un al doilea magnet.

Observaţi că, indiferent de direcţia după care apropiaţi magnetul, numai într-o zonă limitată cei doi magneţi acţionează unul asupra celuilalt.

*Regiunea din spaţiu, din jurul unui magnet, în care acesta poate interacţiona cu alţi magneţi, constituie cîmpul magnetic al magnetului respectiv.*

În experimentul 10 am arătat că un magnet liber se orientează totdeauna pe direcţia nord-sud. Această proprietate este valabilă pe întreaga suprafaţă a Pămîntului, în afară de o mică regiune din jurul polilor magnetici ai Pămîntului. În jurul polilor magnetici ai Pămîntului nu ne putem orienta cu busola datorită faptului că, Pămîntul fiind rotund, acul arată direcţia polului magnetic respectiv, din orice direcţie ne-am îndrepta spre acesta. Rezultă că pretutindeni pe Pămînt există proprietăţi magnetice. Pămîntul fiind considerat un imens magnet, spaţiul din jurul lui în care se constată existenţa proprietăţilor magnetice se numeşte *cîmp magnetic terestru.*

## Rezumat

Un magnet este un corp care atrage fierul.

Regiunile situate în apropierea extremităţilor unui magnet se numesc poli magnetici.

Polii unui magnet sînt diferiţi; cel care tinde să se orienteze către nordul geografic este polul nord; celălalt este polul sud.



Polii unui magnet nu pot fi separaţi. Orice magnet este constituit dintr-un număr foarte mare de magneţi mici, aşezaţi cap la cap şi orientaţi în acelaşi sens.

Doi magneţi, apropiaţi unul faţă de altul cu polii de acelaşi nume, se resping reciproc, iar apropiaţi cu polii de nume diferite se atrag reciproc.

Cîmpul magnetic este o regiune din spaţiu în care se manifestă interacţiuni magnetice; există cîmp magnetic în jurul Pămîntului şi în vecinătatea oricărui magnet.

## Întrebări. Exerciţii

1. Cum se pot deosebi monedele de aluminiu de cele care conţin fier?
2. Cum puteţi stabili dacă o bară de oţel este magnetizată sau nu?
3. Ce diferenţă există între doi magneţi identici ca dimensiuni şi formă, dar care sînt confecţionaţi unul din fier şi celălalt din oţel?
4. Poate o busolă indica direcţia nord-sud dacă în apropierea ei se află un magnet sau chiar o bucată de fier?
5. Cum aţi putea strînge pilitura de fier care s-a împrăştiat pe masă?
6. Într-o cutie de carton sînt închise mai multe obiecte, care la înclinarea cutiei se deplasează. Fără să deschideţi cutia, cum aţi putea dovedi că în ea se găsesc corpuri de fier?
7. Aşezaţi un magnet pe un strat de pilitură de fier. Ridicaţi apoi magnetul şi încercaţi să înlăturaţi pilitura de pe magnet. Explicaţi din ce cauză nu o puteţi înlătura pe toată.
8. Magnetizaţi o lamă de oţel cu lungimea de 20—30 cm. Apropiaţi-o apoi cu fiecare capăt de o grămăjoară cu pilitură de fier de bună calitate. După ce ambii poli au atras pilitură, curbaţi lama şi apropiaţi polii magnetici pînă se ating (fig. 3.3.24). Observaţi ce se întîmplă şi explicaţi cauza.

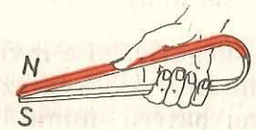



Fig. 3.3.24. La exerciţiul 8.

9. Descrieţi două procedee cu ajutorul cărora se pot determina polii unui magnet.

## 3. Curentul electric

Toţi cunoaşteţi cîte ceva despre curentul electric: îl folosiţi permanent pentru iluminat, pentru a pune în funcţiune radioul, televizorul etc.

Tot mai des folosiţi lanterne de diferite tipuri. Este deci necesar să aflaţi cîteva lucruri simple referitoare la curentul electric.

**Bateria electrică.** Dacă examinăm o baterie, observăm că ea are două lame în dreptul cărora sînt marcate semnele + şi — (fig. 3.3.25). Aceste lame sînt bornele bateriei: una este borna pozitivă, cea marcată cu plus, iar cea marcată cu minus este

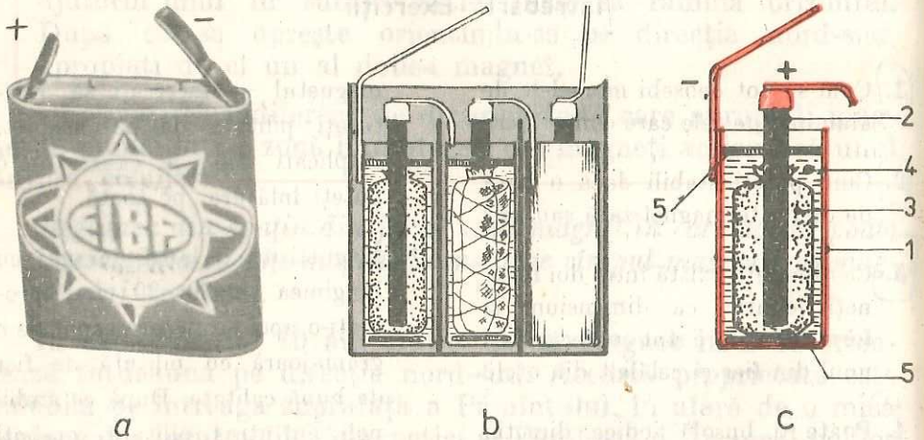



Fig. 3.3.25. Baterie electrică de 4,5 volţi: *a)* fotografie; *b)* aspect interior; *c)* părţi componente: (1) cilindru de zinc, (2) cărbune, (3) săculeţul cu amestec de cărbune şi bioxid de mangan, (4) soluţie de clorură de amoniu şi (5) smoală. Între zinc şi clorura de amoniu au loc transformări în urma cărora zincul se încarcă negativ, iar cărbunele se încarcă pozitiv.

borna negativă. Pe învelişul de hîrtie se remarcă inscripţia 4,5 V. Însemnarea 4,5 reprezintă valoarea unei mărimi caracteristice fiecărei baterii, numită tensiune electrică. Litera V este notaţia prescurtată a unităţii de măsură pentru tensiunea electrică, unitate care se numeşte volt.

**Circuit electric.** Legaţi la bornele unei baterii, cu ajutorul a două fire conductoare, un bec electric (fig. 3.3.26). Observaţi că becul se aprinde imediat. Prin firele conductoare, prin filamentul becului şi prin baterie trece un curent electric.



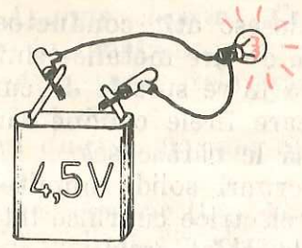



Fig. 3.3.26. Circuit închis.

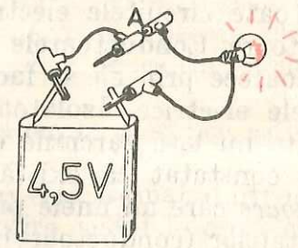



Fig. 3.3.27. Circuit închis pentru experimentul 15.

*Bateria, conductoarele de legătură şi filamentul becului electric constituie un circuit electric.*

Circuitul prin care trece curentul electric se numeşte *circuit închis*. Desprindeţi un conductor de legătură de la o bornă a bateriei. Constataţi că becul nu mai luminează. Prin circuit nu mai trece curentul electric. Spunem că în acest caz *circuitul este deschis*.

**Importanţa conductoarelor şi a izolatoarelor în circuitele electrice.**

E *Experimentul 15. a)* Realizaţi circuitul electric din figura 3.3.27. În punctul *A* al circuitului, faceţi legătura între două fire conductoare, prin introducerea unei banane în lăcaşul alteia. Observaţi că becul luminează. Prin circuit trece curentul electric.

*b)* Deschideţi circuitul în *A*. Becul se stinge. Apropiaţi treptat una faţă de alta bananele celor două fire de legătură. Constataţi că atît timp cît bananele nu se ating, becul nu luminează. Aerul dintre ele este un izolator.

*c)* Intercalaţi pe rînd în punctul *A* între cele două banane o gumă, o mină de creion, o bucată de hîrtie, un capac metalic de pix sau de stilou, partea nemetalică a unui stilou etc.

Constataţi că *anumite corpuri sînt parcurse de curentul electric*, dovadă că becul luminează. Aceste *corpuri* sînt *conductoare*: metalele şi mina de creion. *Alte corpuri nu permit trecerea curentului electric.* Aceste *corpuri* sînt *izolatoare*: guma (cauciucul), hîrtia, partea nemetalică a stiloului (materialele plastice).

Experimentul 15 poate fi repetat prin introducerea bananelor celor două conductoare într-un vas cu apă. Se observă că becul luminează foarte slab iar dacă se dizolvă în apă sare, detergent sau săpun becul luminează mai puternic. Deci apa cu impurităţi este un bun conductor electric.

În toate circuitele electrice se folosesc atît conductoare cît şi izolatoare. Conductoarele sub formă de fire metalice sînt necesare deoarece prin ele se face legătura între sursele de curent şi aparatele electrice. Izolatoarele cu care firele conductoare sînt acoperite nu lasă sarcinile electrice să le părăsească.

S-a constatat că există unele corpuri solide numite *semiconductoare* care au unele proprietăţi electrice cuprinse între cele ale metalelor (conductoare) şi cele ale izolatoarelor.

Acestea şi-au găsit aplicabilitate practică la realizarea a numeroase dispozitive dintre care cele mai cunoscute sînt diodele şi tranzistoarele.

**Elemente de circuit.** *a) Generatoare.* Generatorul electric este aparatul care produce curent electric. Există multe feluri de generatoare electrice. Exemple: bateriile de 1,5 V, de 3 V, de 4,5 V şi de 9 V; acumulatoarele electrice de diverse tipuri precum şi generatoarele de mare putere folosite în centralele electrice.

În unele circuite se folosesc baterii sau acumulatoare electrice însă, în cele mai multe cazuri, aparatele electrice se conectează la prize. Priza nu este un generator electric. Ea este dispozitivul cu ajutorul căruia se stabileşte legătura între un aparat electric (bec, radio, televizor etc.) şi reţeaua electrică alimentată de generatorul de curent situat la centrala electrică. Nici alimentatorul pe care-l veţi folosi în laborator nu este un generator electric. El este un aparat care, conectat la priză, furnizează o tensiune electrică potrivită pentru experimentele care se fac în laborator. Prin schimbarea poziţiei întrerupătorului rotativ *C*, alimentatorul poate furniza tensiuni de 2, 4, 6, 12 şi 24 de V (fig. 3.3.28).

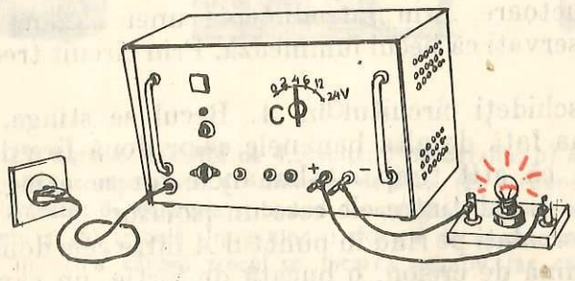


Fig. 3.3.28. Folosirea alimentatorului pentru a aprinde un bec de lanternă.

*b) Conductoare de legătură.* Conductoarele sînt confecţionate din fire metalice izolate şi fac legătura între celelalte elemente de circuit.



*c) Aparate electrice.* Curentul electric este folosit pentru punerea în funcţiune a unui număr mare de aparate electrice: bec electric, radio, televizor, frigider, fier de călcat, maşină de spălat rufe etc.

Unul dintre cele mai răspîndite aparate electrice este becul electric.

Un bec electric (fig. 3.3.29, *a* şi *b*) este format dintr-un filament (2) realizat din sîrmă foarte subţire, sudat la două conductoare mai groase (3). Un conductor face legătura între filament şi soclul becului (4), iar celălalt conductor face legătura între filament şi vîrful metalic (6). Vîrful metalic (6) este izolat de partea filetată prin izolatorul (5). Filamentul este introdus într-un balon de sticlă (1) din care s-a scos aerul şi s-a introdus un gaz care nu întreţine arderea. Figurile 3.3.29, *a* şi *b* prezintă schema unui bec de lanternă care funcţionează la 4,5 V şi a unuia folosit pentru iluminat care funcţionează la 220 V. Soclurile acestor becuri sînt prevăzute cu un filet pentru a putea fi montate în dulie.

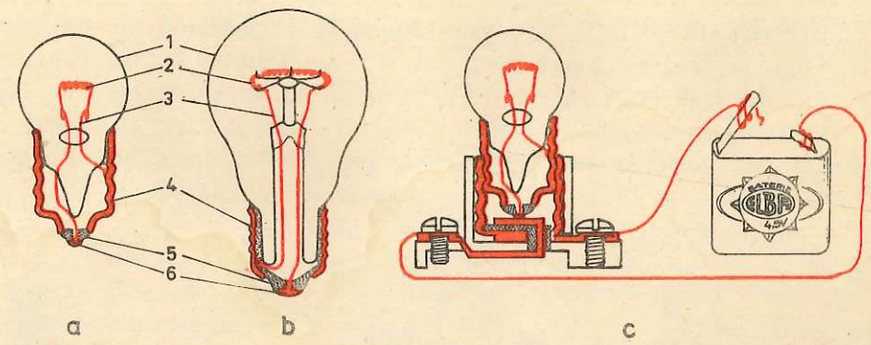



Fig. 3.3.29. Schema unui bec: *a)* bec de lanternă; *b)* bec folosit la iluminat; *c)* trecerea curentului electric prin conductoare, filament şi baterie.

*d) Întrerupătoare.* Închiderea şi deschiderea circuitelor electrice se face cu ajutorul unor dispozitive numite întrerupătoare. Partea exterioară a oricărui întrerupător este confecţionată din material izolator (ebonită sau material plastic).

Întrerupătorul de sonerie (fig. 3.3.30) este introdus în circuit prin intermediul a doi conductori (1). O lamă elastică (2) din metal menţine între ei o anumită distanţă. În cazul în care se apasă pe buton (3), lama se deformează, conductorii se ating şi circuitul se închide. Dacă apăsarea încetează, lama îşi reia forma şi poziţia iniţială, circuitul se deschide şi întrerupe funcţionarea soneriei.

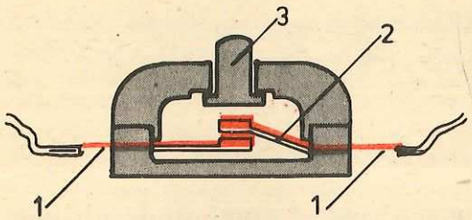



Fig. 3.3.30. Întrerupător de sonerie.

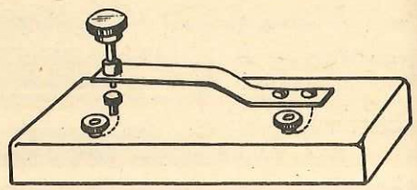


Fig. 3.3.31. Întrerupător din trusă.

Întrerupătorul pe care-l vom folosi în experimentele de laborator este reprezentat în figura 3.3.31. Construcția și funcționarea sa este identică cu a întrerupătorului de sonerie descris mai sus.

Pentru punerea în funcțiune a becurilor pentru iluminat se folosesc în general întrerupătoare prevăzute cu două poziții:

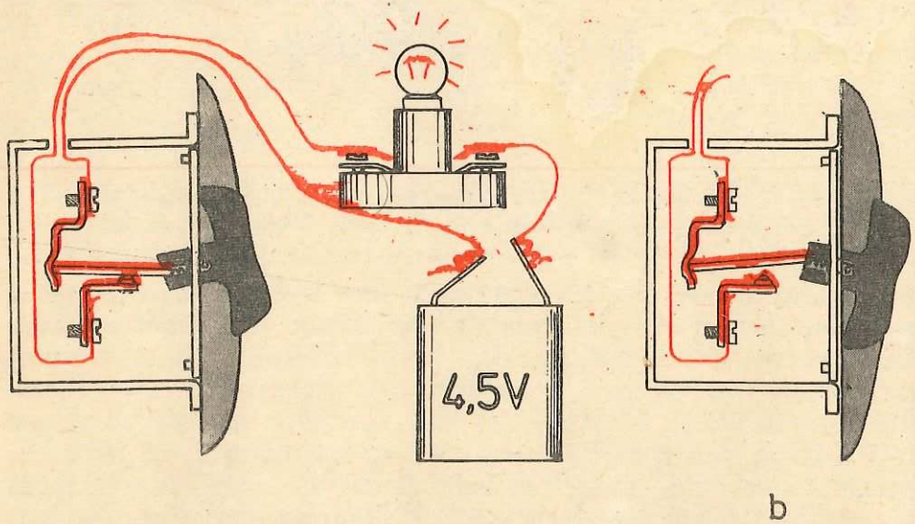



Fig. 3.3.32. Întrerupător de lumină: *a)* poziție închis; *b)* poziție deschis.

închis și deschis (fig. 3.3.32, *a* și *b*). Există și întrerupătoare rotative.

*Reprezentarea prin semne convenționale a unui circuit simplu.* Fiecare element de circuit poate fi reprezentat printr-un semn convențional indiferent de realizarea tehnică a acestuia și de materialul din care este confecționat. Semnele convenționale pentru baterie, bec și întrerupător sînt prezentate în figura 3.3.33. Conductorii de legătură se reprezintă convențional prin segmente de dreaptă.

În figura 3.3.34, *a* și *b*, se prezintă schema unui circuit simplu în cazul în care circuitul este închis și respectiv deschis.



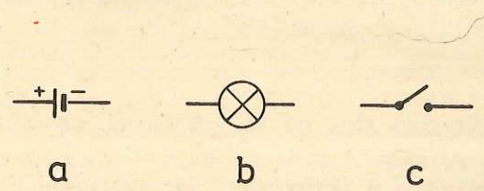



Fig. 3.3.33. Semne convenționale pentru elemente de circuit: *a)* generator; *b)* bec; *c)* întrerupător.

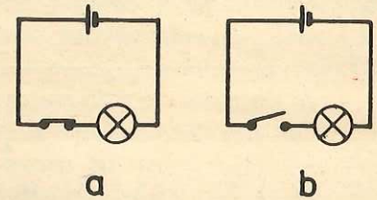



Fig. 3.3.34. Schema unui circuit electric simplu: *a)* circuit închis conținînd generatorul, întrerupătorul, un bec și conductoare de legătură; *b)* același circuit dar deschis.

**Legarea becurilor în serie și în paralel.** Înainte de a realiza un montaj trebuie să aveți grijă ca tensiunea indicată pe balonul de sticlă sau pe soclul becului pe care-l folosiți să aibă aproximativ aceeași valoare cu cea indicată pe sursa de alimentare. În cazul în care tensiunea sursei este mult mai mare decît a becului, acesta este supratensionat și se arde. În cazul în care tensiunea este mult mai mică becul nu va funcționa bine.

*a) Legarea becurilor în serie*

E *Experimentul 16. a)* Pregătiți-vă trei becuri identice și apoi conectați, pe rînd, pe fiecare dintre ele la bornele unei baterii de 4,5 V ca în figura 3.3.35, *a* (se poate folosi ca sursă de curent și alimentatorul reglat la tensiunea de 4 V). Observați că fiecare dintre becuri luminează la fel de puternic.

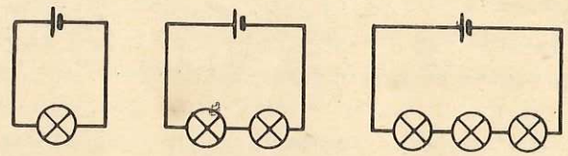



Fig. 3.3.35. Legarea becurilor în serie: *a)* fiecare bec legat pe rînd, la baterie, emite o lumină la fel de intensă; *b)* două becuri legate în serie luminează mai slab; *c)* trei becuri legate în serie luminează foarte slab.

E *b)* Realizați montajul schematizat în figura 3.3.35, *b*, care cuprinde sursa de curent și două becuri legate unul după altul. În acest caz spunem că becurile sînt legate în serie. Observați că amîndouă becurile luminează mai slab decît în cazul precedent.

*c)* Realizați un nou montaj cu trei becuri legate în serie ca în figura 3.3.35, *c*.

Constatați că becurile luminează mult mai slab ca în cazurile precedente. Tensiunea de 4,5 V a bateriei, suficientă pentru un

bec devine prea mică pentru două sau mai multe becuri legate în serie. Aceste becuri sînt subtensionate.

*În iluminatul electric nu este indicată legarea becurilor în serie, deoarece ele luminează cu atît mai slab cu cît numărul lor este mai mare. Un alt inconvenient este și acela că defectîndu-se un bec se întrerupe circuitul scoțînd din funcțiune toate becurile.*

*b) Legarea becurilor în paralel*

E *Experimentul 17.* Folosiți aceleași elemente ca în experimentul 16 și realizați montajele reprezentate în figurile 3.3.36, *a*, *b*, *c* și *d*. În montajele *b*, *c* și *d* becurile sînt legate în paralel.

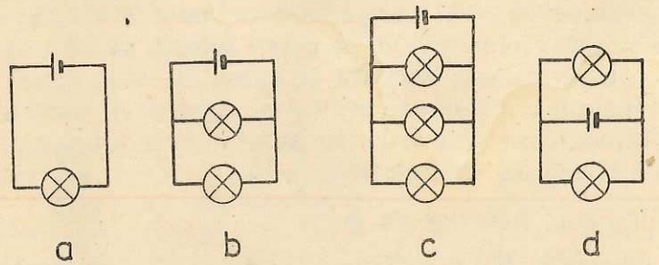



Fig. 3.3.36. Legarea becurilor în paralel. În montajele *a*,*b*,*c* și *d* becurile luminează la fel.

Constatați că toate becurile luminează la fel. Ele luminează la fel pentru că fiecare din aceste becuri este alimentat la tensiunea de 4,5 V a bateriei. Vă convingeți de acest lucru dacă în montajele *b*, *c* și *d* deșurubați cîte un bec. Becurile rămase în montaje continuă să lumineze normal. Acest lucru era de așteptat deoarece prin deșurubarea a cîte unui bec montajul *b* și montajul *d* se transformă în montajul *a* iar montajul *c* se transformă în montajul *b*.

Inconvenientele montajului în serie au dispărut, becurile rămîn adaptate la tensiunea bateriei oricare ar fi numărul lor și defectarea unui bec nu atrage după sine întreruperea circuitului.

*În instalațiile electrice de iluminat becurile sînt montate în paralel. În acest montaj becurile luminează normal indiferent de numărul lor.*

**Scurtcircuitul.** Legați un bec de lanternă la bornele unei baterii de 4,5 V. Veți constata că becul luminează normal. Dacă între bornele bateriei mai legați un conductor metalic ca în figura 3.3.37, becul se stinge iar bateria se încălzește și în scurt timp se strică. Se spune că becul este scurtcircuitat. Curentul electric trece prin firul conductor dar nu mai trece prin filamentul becului.

*Observație.* Deoarece prin scurtcircuitare bateria se descarcă, se recomandă ca acest experiment să nu dureze decît foarte puțin timp. În astfel de experimente nu este indicat să se folosească ca sursă de curent alimentatorul didactic.

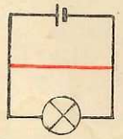


Fig. 3.3.37. Conductorul desenat pe figură cu roșu scurtcircuitează becul.

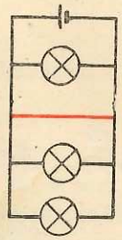


Fig. 3.3.38. Scurtcircuitarea becurilor legate în paralel.

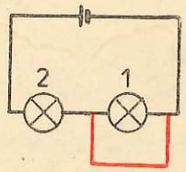



Fig. 3.3.39. Conductorul desenat pe figură cu roșu scurtcircuitează becul 1 din montajul serie.

Dacă într-un montaj în paralel legăm între ele, cu un fir conductor, bornele unui bec electric, ca în figura 3.3.38, toate becurile se sting și bateria se încălzește. Același lucru se întîmplă dacă se scurtcircuitează direct bateria.

Dacă într-un montaj în care sînt legate două becuri în serie se scurtcircuitează unul dintre ele ca în figura 3.3.39, celălalt emite mai multă lumină. Acesta este supratensionat și bateria se încălzește. Dacă se scurtcircuitează bateria, toate becurile se sting și bateria se încălzește.

*Un scurtcircuit este totdeauna periculos. El deteriorează sursele de curent și provoacă încălzirea conductoarelor care pot produce incendii.*

## Rezumat

**Generatorul electric este aparatul care produce și menține între bornele lui o tensiune electrică.**

**Trecerea unui curent electric printr-un circuit poate fi pusă în evidență prin aprinderea unui bec care se află în circuitul respectiv.**

**Curentul electric nu poate să treacă decît atunci cînd circuitul este închis.**

**Un circuit simplu cuprinde următoarele elemente:**
**— o sursă de curent (baterie, acumulator etc.);**
**— un aparat electric (bec, sonerie, radio etc.);**
**— un element de comandă (întrerupător);**
**— elemente de legătură (fire conductoare izolate).**

## Întrebări. Exerciții. Probleme

**1.** Care este rolul unei surse de curent într-un circuit electric?

**2.** Pentru care motiv, înainte de a folosi un bec, trebuie să cunoaștem atît tensiunea lui de funcționare cît și cea a sursei?

**3.** Pentru ca un curent electric să treacă printr-un circuit, circuitul trebuie să fie deschis sau închis?

**4.** De ce nu se folosesc decît ocazional circuitele în serie?

**5.** Care sînt avantajele pe care le prezintă un circuit în paralel?

**6.** Există vreo diferență între circuitele *b* și *d* reprezentate în figura 3.3.36?

**7.** Spuneți în ce aparate portabile ați observat că se folosesc baterii electrice și ce fel de baterii? Un aparat portabil poate funcționa cu orice fel de baterie?

**8.** Care sînt felurile de becuri electrice pe care le-ați văzut în locuința voastră? Notați tensiunea lor de folosire.

**9.** Descrieți modul în care izbutesc vînzătorii să convingă clienții că becurile și bateriile pe care le vînd sînt în stare de funcționare?

**10.** Realizați montajul din figura 3.3.40 și explicați următoarele: *a)* în ce condiții poate fi aprins becul $B_1$ și în ce condiții becul $B_2$; *b)* ce trebuie făcut pentru a aprinde simultan cele două becuri?

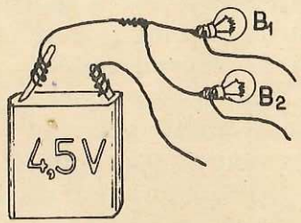



Fig. 3.3.40. La exercițiul 10.

**11.** Realizați întrerupătoare și dulii simple (din dopuri de plută sau din dopuri de plastic) pentru becuri de lanternă. Asigurați între conductori contacte bune și construiți lanterne.

**12.** Pentru iluminarea unui pom de iarnă s-a făcut un montaj în serie de 10 becuri a cîte 26 V fiecare. Justificați dacă acest montaj poate fi alimentat la tensiunea de 220 V.



**13.** Realizați un circuit simplu format dintr-o baterie, un bec electric și fire conductoare. Pe o farfurie puneți cîteva picături de zeamă de lămîie. Deschideți circuitul. Introduceți în sucul de lămîie capetele conductoarelor din locul în care ați întrerupt circuitul (aveți grijă ca extremitățile conductoarelor să nu se atingă unul de altul). Constatați că becul se aprinde. Înlocuiți sucul de lămîie cu suc de mere, de roșii, de cartofi, sau alte lichide ca ulei, petrol, oțet etc. Repetați experimentul și notați apoi care lichide sînt conductoare.

## 4. Efectele curentului electric

La trecerea curentului electric printr-un circuit electric alcătuit din conductoare diferite apar simultan mai multe fenomene numite efecte ale curentului electric.

**În experimentele care urmează se vor pune în evidență efectele electrotermic, magnetic și chimic.**

### Efectul electrotermic

E *Experimentul 18.* Realizați montajul din figura 3.3.35, *a*. La cîtva timp după ce becul se aprinde atingeți cu degetele balonul de sticlă al becului.

Balonul de sticlă al becului este cald. El primește căldură de la filamentul incandescent al becului. Filamentul se încălzește cînd trece curentul electric prin el.

*Trecerea curentului electric printr-un conductor este însoțită totdeauna de o degajare de căldură. Acesta este efectul electrotermic.*

Acest efect al curentului electric nu reprezintă o noutate pentru voi deoarece se aplică la construcția aparatelor electrocasnice utilizate ca surse de căldură: fier de călcat, reșou, radiator, fierbător electric, ciocan de lipit etc.

Toate conductoarele se încălzesc cînd sînt parcurse de curentul electric, însă nu se încălzesc în mod egal chiar dacă fac parte din același circuit. Încălzirea conductoarelor depinde de natura substanței din care sînt confecționate. Acest lucru poate fi pus în evidență prin introducerea într-un circuit a mai multor conductoare legate în serie, care au aceeași lungime și aceeași grosime, dar care sînt confecționate din substanțe diferite (cupru, aluminiu, nichelină, crom-nichel, fier etc.). După un anumit timp de la închiderea circuitului se constată că cel mai puțin se încălzesc conductoarele confecționate din cupru și aluminiu și se

încălzesc foarte mult conductoarele confecționate din nichelină, crom-nichel, fier, tungsten etc. Din această cauză filamentul becului se face din tungsten, conductoarele folosite în aparatele de încălzit se fac din nichelină sau din crom-nichel și firele de legătură se fac din cupru sau din aluminiu.

Conductoarele confecționate din același material cu lungimi și grosimi diferite și care fac parte din același circuit se încălzesc diferit. Se încălzesc mai mult conductoarele mai subțiri și cu lungimi mai mari.

**Aplicații ale efectului electrotermic.** *a) Becul electric cu incandescență.* Un bec electric luminează prin incandescență dacă filamentul lui este încălzit prin efect termic pînă cînd emite o lumină foarte puternică, aproape albă. În acest caz temperatura filamentului este de aproximativ 2 600°C, lucru posibil deoarece filamentul este făcut din tungsten care se topește la o temperatură de aproape 3 400°C. Dacă filamentul becului ar fi încălzit la această temperatură în aer, din cauza oxigenului aflat în aer, el ar arde imediat. Din această cauză, se scoate din balon aerul și se introduce un anumit gaz care nu întreține arderea.

Știm cu toții că becurile pe care le folosim la iluminat nu luminează toate la fel. Un bec cu inscripția 40 W—220 V luminează mult mai slab decît altul cu inscripția 100 W—220 V. Însemnarea 40 și respectiv 100 reprezintă valoarea unei mărimi caracteristice fiecărui aparat electric, numită putere electrică. Litera W este notația prescurtată a unității de măsură pentru putere, unitate care se numește watt.

Se înțelege că becul, care emite lumină puternică, are putere mare și prin urmare consumă multă energie electrică.

În iluminatul electric prin incandescență se risipește foarte multă energie electrică și treptat el va fi înlocuit cu un iluminat mai economic, iluminatul cu tuburi electroluminescente.

Deoarece sursele de energie sînt epuizabile se impune folosirea rațională a oricărui fel de energie. A folosi rațional iluminatul electric înseamnă a folosi becuri cu puteri potrivite pentru o iluminare normală și a nu le lăsa aprinse decît în caz de nevoie.

*b) Siguranța fuzibilă*

E *Experimentul 19.* Realizați un montaj format din alimentatorul didactic, un bec și conductoare de legătură. Între bananele a două conductoare legați un fir scurt și foarte subțire, de cupru neizolat. Cu ajutorul unui conductor cu banane (fig. 3.3.41) legați între ele bornele becului (scurtcircuitați becul).



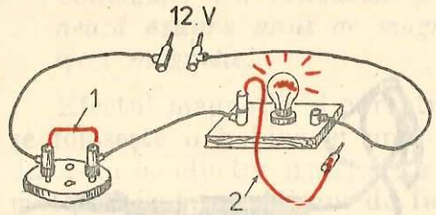



Fig. 3.3.41. Principiul de funcționare a siguranței fuzibile: (1) siguranță fuzibilă, (2) conductor pentru scurtcircuitarea becului.

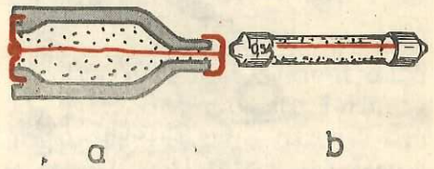



Fig. 3.3.42. Siguranțe fuzibile: *a)* siguranță folosită în instalația electrică; *b)* siguranță folosită la aparate electrice.

Observați că, într-un timp foarte scurt, firul subțire se înroșește și se topește. Circuitul electric este întrerupt. Acest conductor este un model de *siguranță fuzibilă.*

O siguranță fuzibilă este alcătuită dintr-un conductor subțire confecționat dintr-un anumit aliaj (fig. 3.3.42, *a* și *b*). În cazul unui scurtcircuit acest conductor se topește și întrerupe trecerea curentului electric. Siguranța defectă poate fi înlocuită cu una bună, numai după ce s-a înlăturat cauza care a produs scurtcircuitul.

*Siguranța fuzibilă protejează instalațiile electrice și aparatele electrice împotriva scurtcircuitelor și a unor încălziri periculoase a conductoarelor, datorită unui consum exagerat de energie.*

*c) Reșoul electric* este un aparat folosit pentru încălzirea și fierberea alimentelor (fig. 3.3.43). Reșoul este format dintr-un conductor de crom-nichel spiralat și plasat în șanțurile unei plăci de ceramică. Capetele acestui conductor sînt legate la lamele unei fișe.

Dacă se stabilește legătura între fișe și priză cu ajutorul unui cordon electric adecvat, firul de crom nichel se încălzește și poate atinge temperatura de aproximativ 900°C.

*d) Fierul de călcat.* La fierul de călcat conductorul care se încălzește pînă la temperatura de 700°C este plasat în interiorul

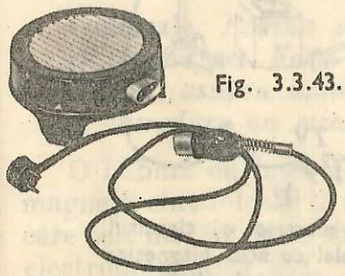
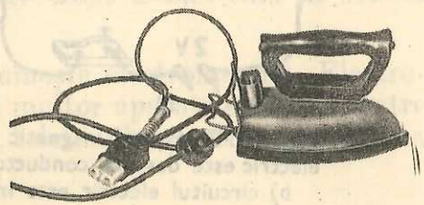


Fig. 3.3.43. Reșoul electric.

Fig. 3.3.44. Fierul de călcat.



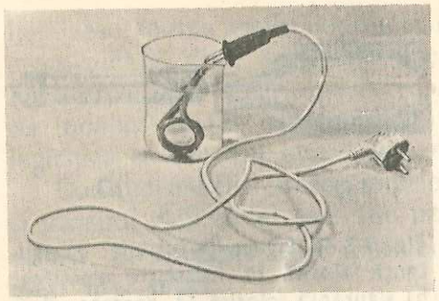


Fig. 3.3.45. Fierbător electric.

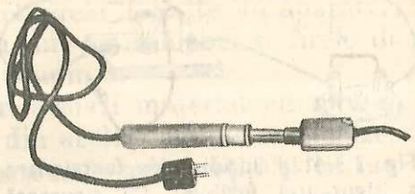


Fig. 3.3.46. Ciocan de lipit.

carcasei metalice. Căldura degajată la trecerea curentului electric este transmisă suprafeţei inferioare care se foloseşte la netezirea rufelor (fig. 3.3.44). Cu un fier de călcat dotat cu un sistem de reglare a temperaturii în funcţie de natura fibrei care trebuie călcată (in, bumbac, lînă etc.), se face o substanţială economie de energie electrică.

*e) Fierbătorul electric* şi *ciocanul de lipit* sînt reprezentate în figurile 3.3.45 şi 3.3.46.

Diferite tipuri de aparate electrocasnice se fabrică la noi în ţară la unităţi industriale ca: „Electro-Banat" din Timişoara, „Electro-Mureş" din Tg. Mureş, „Electro-Argeş" din Piteşti etc.

## Efectul magnetic al curentului electric

E *Experimentul 20.* Reglaţi alimentatorul ca să furnizeze o tensiune de 2 V. Realizaţi apoi un circuit electric în aşa fel ca o porţiune a conductorului să fie paralelă cu un ac magnetic. Închideţi circuitul. Observaţi că acul magnetic deviază (fig. 3.3.47, *a* şi *b*). Deschideţi circuitul. Veţi constata că acul magnetic se orientează din nou pe direcţia nord-sud.

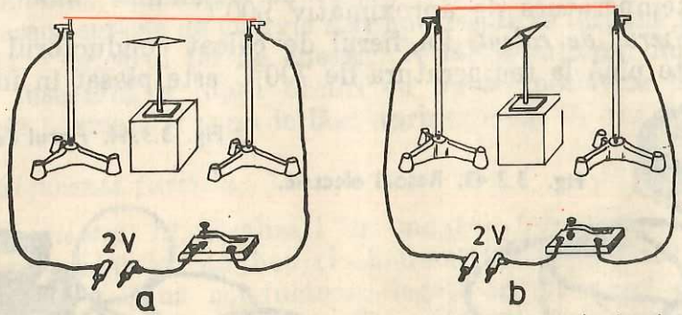



Fig. 3.3.47. Efectul magnetic al curentului electric: *a)* circuitul electric este deschis, conductorul este paralel cu acul magnetic; *b)* circuitul electric este închis, acul magnetic este deviat.



**Concluzie.** *Un conductor parcurs de un curent electric acţionează asupra unui ac magnetic. Curentul electric produce un efect magnetic.*

Efectul magnetic al curentului electric este mai evident dacă se foloseşte o bobină şi un miez de fier. Bobina este formată dintr-un conductor izolat, foarte lung înfăşurat pe o carcasă din material izolator. Miezul de fier pe care îl veţi folosi are formă de bară.

E *Experimentul 21. a)* La bornele alimentatorului reglat pentru tensiunea de 12 V legaţi o bobină. Închideţi circuitul şi apropiaţi bobina de o grămăjoară de cuie. Constataţi că bobina atrage o parte din cuie (fig. 3.3.48, *a*). Deschideţi circuitul. Cuiele cad.

*b)* Refaceţi experimentul, apropiind de grămăjoara cu cuie celălalt capăt al bobinei. Constataţi că şi acest capăt atrage cuiele numai cînd circuitul electric este închis.

*c)* Introduceţi în bobină miezul de fier şi după ce închideţi circuitul apropiaţi un capăt al bobinei de cuiele de fier. Constataţi că în acest caz sînt atrase mai multe cuie (fig. 3.3.48, *b*). Dacă întrerupeţi circuitul constataţi că miezul de fier îşi pierde proprietăţile magnetice şi nu mai atrage cuie.

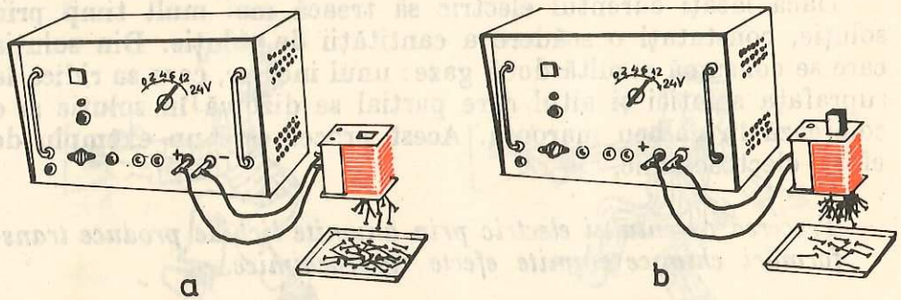



Fig. 3.3.48. *a)* Bobina parcursă de curentul electric se comportă ca un magnet; *b)* bobină cu miez de fier.

**Concluzie.** *Bobina parcursă de un curent electric se comportă ca un magnet. Forţa de atracţie a bobinei, parcursă de curentul electric, asupra unui corp de fier creşte atunci cînd în bobină se introduce un miez de fier.*

O bobină cu miez de fier se numeşte electromagnet. Electromagneţii sînt folosiţi la construcţia multor aparate electrice dintre care cele mai întîlnite sînt: soneria, telefonul, telegraful, macaraua electromagnetică etc.

**Efectul electrochimic.** În urma experimentului 15 (pag. 95) care ne-a permis să clasificăm corpurile în conductoare şi izolatoare am constatat că apa cu impurităţi este un conductor electric. Să examinăm ce se întîmplă în cazul în care un curent electric trece printr-o soluţie de apă cu sare.

E | *Experimentul 22.* La bornele alimentatorului reglat să funcţioneze la tensiunea de 6 V, legaţi în serie un bec electric de lanternă şi două conductoare de cărbune (din trusa de fizică) pe care le introduceţi într-un vas care conţine apă sărată. Închideţi circuitul (fig. 3.3.49).

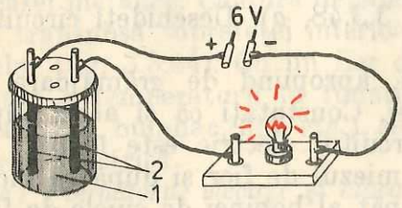



Fig. 3.3.49. Efectul electrochimic: (1) apă sărată, (2) baston de cărbune.

Observaţi că becul luminează, dovadă că prin apa sărată trece curentul electric. La contactul dintre apa sărată şi conductoarele de cărbune apar băşicuţe mici de gaze.

Dacă lăsaţi curentul electric să treacă mai mult timp prin soluţie, constataţi o scădere a cantităţii de soluţie. Din soluţia care se consumă rezultă două gaze: unul incolor, care se ridică la suprafaţa soluţiei şi altul care parţial se dizolvă în soluţie şi o colorează în galben maroniu. Acest proces este un exemplu de efect electrochimic.

*Trecerea curentului electric prin anumite lichide produce transformări chimice numite efecte electrochimice.*

Efectul electrochimic are aplicaţii importante în industrie. El se foloseşte la fabricarea aluminiului, la purificarea cuprului, la acoperirea metalelor oxidabile cu metale inoxidabile (nichelare, cromare, argintare, aurire etc.).

**Acţiunea curentului electric asupra corpului omenesc.** Corpul omenesc este un conductor. Este suficient ca două puncte oarecare ale corpului să intre în contact cu două puncte oarecare ale unui circuit electric pentru ca un curent electric să traverseze corpul. Trebuie ştiut în ce caz trecerea curentului electric este periculoasă pentru corpul omenesc şi în ce caz nu este periculoasă.



Numeroase accidente au arătat că tensiunile periculoase pentru corpul omenesc, în locurile lipsite de umezeală, încep de la 50 V în sus. În locuri umede ca băi, spălătorii, bucătării etc., tensiunile periculoase încep de la 24 V în sus, deoarece prezenţa apei şi a vaporilor de apă măreşte mult pericolul.

În locuinţe, prizele furnizează o tensiune de 220 V. Această tensiune depăşeşte cu mult limita tensiunii periculoase. Accidentul provocat prin atingerea conductoarelor aflate sub tensiune periculoasă se numeşte electrocutare; el poate duce la un blocaj al respiraţiei şi chiar la oprirea inimii. Este un accident care poate provoca moartea.

**Se pot evita contactele cu conductoarele aflate sub tensiune, dacă legarea aparatelor electrice la prize se face cu cordoane bune care au firele de legătură acoperite în întregime cu material izolator.**

În figura 3.3.50, *a* şi *b* se arată două cazuri de electrocutări din cauza imprudenţei.

Pentru evitarea accidentelor survenite prin electrocutare generate de unele aparate electrice, care în timpul funcţionării lor pot produce astfel de accidente, se folosesc legăturile la pământ.

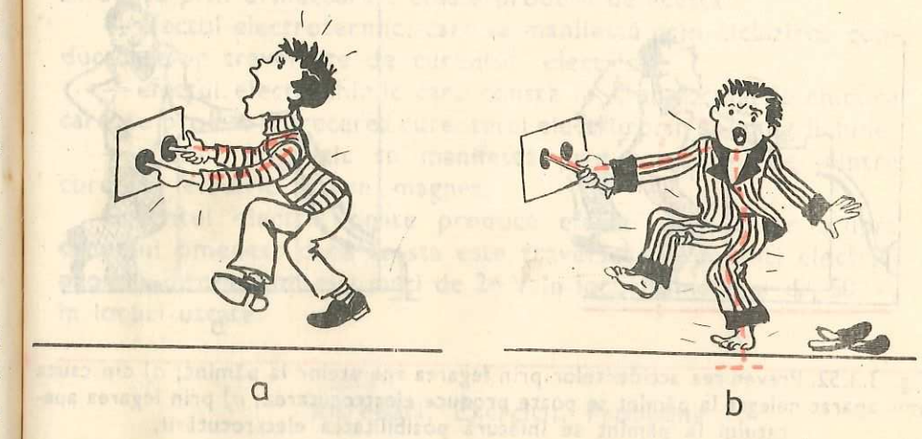



Fig. 3.3.50. Electrocutări prin imprudenţă; *a)* scurtcircuitarea prizei cu degetele; *b)* atingerea unui conductor al prizei cu un cui metalic.

O priză legată la pământ are în afară de bornele legate la circuitul de alimentare încă două lamele care printr-un conductor se leagă direct la pământ. Un aparat legat la pământ are cordonul de alimentare compus din trei conductoare: cu două conductoare se închide circuitul electric iar cu al treilea conductor se face

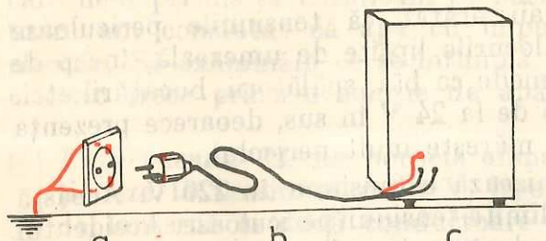



Fig. 3.3.51. Legături la pămînt: *a)* priză legată la pămînt; *b)* cordon cu trei conductori și fișe pentru legătura la pămînt; *c)* aparat cu fir conductor legat la carcasa metalică.

legătura între carcasa metalică a aparatului și lamele prizei care sînt legate la pămînt (fig. 3.3.51, *a*, *b* și *c*).

Pentru a înțelege avantajele conexiunii la pămînt, să presupunem că, la un aparat, un conductor al circuitului electric atinge în urma unei defecțiuni carcasa metalică a aparatului. Se înțelege că dacă aparatul este legat la priză și carcasa metalică a lui e sub tensiune. Dacă cineva atinge acest aparat, curentul electric trece de la aparat la pămînt prin corpul persoanei respective. Dacă același aparat are legătură la pămînt și este alimentat la aceeași tensiune, sarcinile electrice de pe carcasa lui se scurg în pămînt și corpul omenesc este în afară de orice pericol (fig. 3.3.52, *a* și *b*).

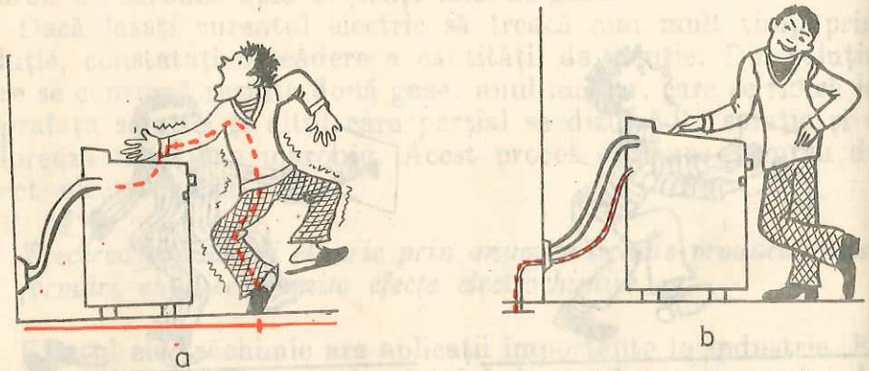



Fig. 3.3.52. Prevenirea accidentelor prin legarea aparatelor la pămînt; *a)* din cauza unui aparat nelegat la pămînt se poate produce electrocutarea; *b)* prin legarea aparatului la pămînt se înlătură posibilitatea electrocutării.

*Observație.* În cazul în care priza nu are legătură la pămînt, conductorul legat la carcasa aparatului se conectează la conducta de apă. Acest mod de legare la pămînt este frecvent folosit atît în laborator cît și în gospodărie (exemplu mașina de spălat rufe).

**Sfaturi pentru prevenirea accidentelor produse de curentul electric.** În laborator și în ateliere, nu folosiți sursele de curent decît sub supravegherea profesorului sau a maistrului instructor.



Nu atingeți cu mîinile umede un aparat conectat la priză.

Nu demontați un aparat aflat sub tensiune.

Nu scoateți din priză un aparat aflat sub tensiune. Întrerupeți întîi circuitul, cu ajutorul întrerupătorului aparatului, prindeți apoi fișa cu mîna și trageți de fișă nu de cordon.

Nu călcați pe conductoarele aflate sub tensiune.

Nu atingeți stîlpii care susțin conductoarele electrice. Nu atingeți nici un loc pe care este marcat semnul pericol de electrocutare (fig. 3.3.53).

Fig. 3.3.53. Semnul convențional care avertizează pericolul de electrocutare.

Nu atingeți conductoarele electrice rupte de vînt sau de furtună.

## Rezumat

Trecerea curentului electric printr-un circuit poate fi pusă în evidență prin următoarele efecte produse de acesta:

— efectul electrotermic, care se manifestă prin încălzirea conductoarelor traversate de curentul electric;

— efectul electrochimic care constă în transformările chimice care se produc la trecerea curentului electric prin anumite lichide;

— efectul magnetic se manifestă prin interacțiunile dintre curentul electric și un magnet.

Curentul electric poate produce efecte dăunătoare asupra corpului omenesc dacă acesta este traversat de curenți electrici produși de tensiuni mai mari de 24 V în locuri umede și de 50 V, în locuri uscate.

### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. În ce condiții un electrician poartă mănuși de cauciuc și folosește scule (șurubelnițe, clești etc.) cu mînere izolatoare?
2. Din ce cauză, într-un circuit serie, nu toate conductoarele se încălzesc la fel?
3. Care este rolul siguranțelor fuzibile introduse în instalația electrică dintr-o locuință?
4. Un conductor parcurs de un curent electric aflat în apropierea unei busole poate modi-

fica direcția nord-sud indicată de acul magnetic al acesteia?

5. Apa în care s-a dizolvat săpun sau detergent poate fi traversată de un curent electric?

6. Aveți în locuința voastră prize cu legătură la pămînt? Întocmiți o listă cu aparatele electrice, care, în locuința voastră, sînt folosite cu legătură la pămînt.

7. Din ce cauză conductoarele din siguranțele fuzibile sînt confecționate din aliaje care se topesc la temperaturi relativ mici?

8. De ce nu este permis să se instaleze în baie prize și întrerupătoare?

9. Dacă, în afară de filamentul becului electric cu incandescență, ați mai văzut vreun aparat electric la care conductorul care se înroșește este vizibil, descrieți acest aparat.

10. Descrieți cum s-ar putea determina polul nord al electromagnetului din figura 3.3.48, *a*.

11. Cu toate că degajarea de căldură în reșou și în fierul de călcat electric se face continuu, temperatura lor nu crește nelimitat. Explicați de ce.

12. Observați și notați aparatele electrice din locuința voastră care la trecerea curentului electric se încălzesc.

13. Observați și notați puterea becurilor și a aparatelor care se folosesc în locuința voastră. Dacă vi se arde siguranța datorită unui consum mare de energie electrică, însumați puterea electrică a tuturor aparatelor folosite și formulați o ipoteză cu privire la întreruperea curentului în locuință.

## 3.4. Fenomene optice

### 1. Surse de lumină. Corpuri transparente și corpuri opace

Observarea naturii într-o zi senină sau într-una cu ploaie, pe arșiță sau pe ger, în cîmpii sau în păduri, ne oferă informații asupra lumii înconjurătoare, observațiile fiind posibile datorită luminii. Într-o cameră, în absența luminii, nu putem observa obiectele înconjurătoare, obiecte care devin vizibile prin aprinderea unui bec electric, a unei lanterne sau a unui simplu chibrit.

*Corpurile care produc și răspîndesc lumină le numim surse de lumină, iar pe cele care primesc lumină și o împrăștie mai mult sau mai puțin în jurul lor le numim corpuri luminate.*

Unele surse de lumină sînt create de om (surse artificiale) de exemplu: becul electric, chibritul, lampa de gaz, iar altele sînt creații ale naturii (surse naturale), de exemplu: Soarele, stelele, licuricii.



Mai cunoașteți și alte surse de lumină?

În experimentele pe care le veți efectua în laboratorul de fizică veți utiliza drept sursă de lumină o lampă de proiecție. Ea este formată dintr-un bec montat pe o tijă și introdus într-un tub metalic prevăzut cu o deschidere circulară (fig. 3.4.1). Lampa se montează pe un dispozitiv numit banc optic (fig. 3.4.2) iar becul se alimentează de la sursa de curent electric aflată în trusa de fizică.

Bancul optic este alcătuit din două trepiede (*T*) prinse printr-o tijă metalică (*t*) pe care pot luneca mai multe cleme de fixare (*c*).

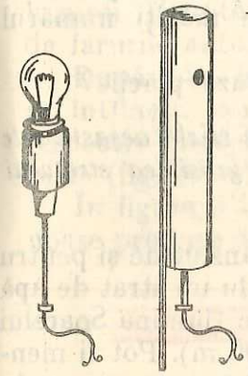


Fig. 3.4.1. Lampă de proiecție.

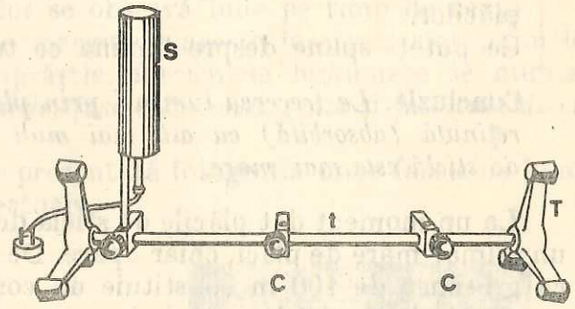



Fig. 3.4.2. Banc optic: trepied *T*; tija bancului *t*; cleme de fixare *c*.

E *Experimentul 1.* Montați lampa de proiecție pe bancul optic, aprindeți becul și priviți-l pe rînd printr-o placă de sticlă, printr-un strat de apă și printr-o foiță de celofan. Ce observați?

Concluzie. *Lumina trece prin aceste corpuri și se disting clar obiectele situate de cealaltă parte a lor.*

*Placa de sticlă, stratul de apă și foița de celofan lăsînd lumina să le străbată și permițînd observarea corpurilor prin ele le numim corpuri transparente.*

E *Experimentul 2.* Încercați să priviți aceeași lampă de proiecție printr-o placă de lemn sau printr-o placă metalică. Mai poate fi observată lampa?

Concluzie. *Lumina nu trece prin aceste corpuri.*

*Placa de lemn și placa de metal sînt corpuri opace.*

E | *Experimentul 3.* Utilizînd același dispozitiv, încercați să priviți becul printr-o placă de sticlă mată sau printr-o foaie de hîrtie îmbibată în ulei.
Ce se observă de această dată?

**Concluzie.** *Lumina trece prin aceste corpuri dar nu mai avem posibilitatea să identificăm corpurile situate de cealaltă parte.*

*Sticla mată și hîrtia îmbibată în ulei le numim corpuri translucide.*

E | *Experimentul 4.* Priviți lampa de proiecție printr-o placă de sticlă, apoi prin două plăci și în continuare măriți numărul plăcilor.
Ce puteți spune despre lumina ce traversează plăcile?

**Concluzie.** *La trecerea luminii prin plăcile de sticlă aceasta este reținută (absorbită) cu atît mai mult cu cît grosimea stratului de sticlă este mai mare.*

La un moment dat plăcile de sticlă devin translucide și pentru un număr mare de plăci, chiar opace. De exemplu un strat de apă cu grosimea de 100 m constituie un corp opac (lumina Soarelui nu pătrunde în apă la adîncimi mai mari de 100 m). Pot fi menționate și metale care în condiții obișnuite sînt opace iar prin prelucrarea lor în foițe subțiri devin transparente.

Deci nu putem vorbi de substanțe perfect transparente sau perfect opace.

## 2. Propagarea rectilinie a luminii. Fascicul luminos. Rază de lumină. Viteză de propagare.

E | *Experimentul 5.* Montați lampa de proiecție pe bancul optic. Pe același banc fixați un paravan cu o deschidere circulară și un vas de sticlă (cuvă optică) în care să se găsească apă cu praf de cretă sau cu pulbere fină de aluminiu și aprindeți lampa (fig. 3.4.3).

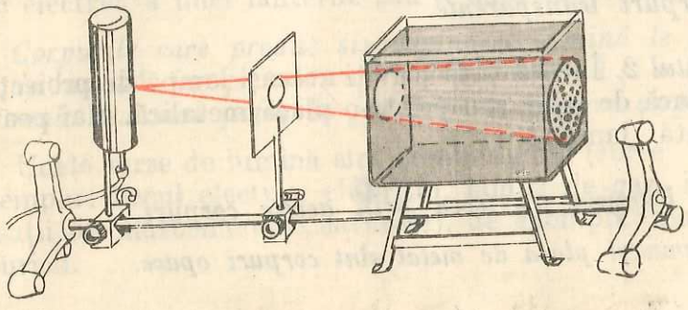


Fig. 3.4.3. Fascicul luminos.



Veți observa în interiorul apei o regiune luminoasă delimitată de linii drepte. În acest fel ați delimitat numai o parte din lumina provenită de la lampa de proiecție pe care o numim *fascicul luminos.*

E | *Experimentul 6.* Montați pe bancul optic: lampa de proiecție, paravanul cu deschiderea circulară, în apropierea acestuia un ecran și aprindeți lampa.

Veți observa, pe ecran, o regiune luminoasă circulară. Introducerea unor particule fine de praf, fum sau apă face vizibil fasciculul luminos și evidențiază în acest fel propagarea rectilinie a luminii. Noaptea veți constata că fasciculele luminoase produse de farurile automobilelor se observă bine pe timp de ceață.

După cum liniile ce mărginesc aceste fascicule sînt paralele, se întîlnesc sau se împrăștie, fasciculele luminoase se numesc respectiv *fascicule paralele*, *fascicule convergente* și *fascicule divergente* (fig. 3.4.4).

În figura 3.4.5 este prezentată fotografia unor fascicule luminoase produse de proiectoare.

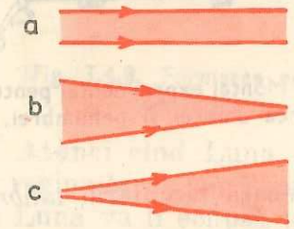



Fig. 3.4.4. Tipuri de fascicule luminoase: *a)* paralel; *b)* convergent; *c)* divergent.

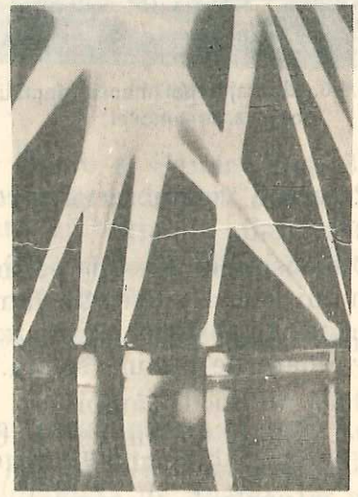


Fig. 3.4.5. Fotografia unor fascicule luminoase produse de proiectoare. →

Considerînd posibilă o reducere a dimensiunilor fasciculului luminos, *cel mai fin fascicul pe care ni-l imaginăm îl numim rază de lumină*, denumirea sugerînd propagarea rectilinie a luminii în medii omogene*.

* Mediul omogen este mediul pentru care toate punctele prezintă aceleași proprietăți.

Propagarea în linie dreaptă a luminii are numeroase aplicaţii în viaţa de toate zilele.

Putem menţiona în acest sens trasarea unei linii drepte pe un teren prin dispunerea succesivă a unor repere (jaloane). De exemplu, pentru a trasa o linie dreaptă prin două puncte fixe marcate cu două jaloane, între ele se aşază alte jaloane astfel încît acestea din urmă, privite de un observator să se găsească pe aceeaşi linie cu jaloanele iniţiale.

E *Experimentul 7.* Fixaţi pe bancul optic o lampă de proiecţie, un disc opac şi un ecran astfel încît discul să fie în apropierea ecranului (fig. 3.4.6). Aprindeţi lampa.

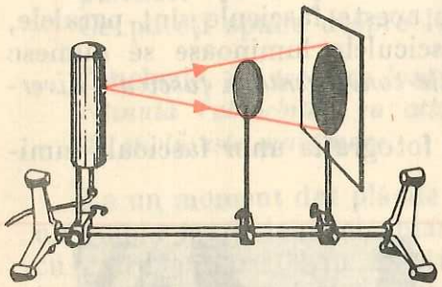


Fig. 3.4.6. Montaj experimental pentru observarea umbrei.

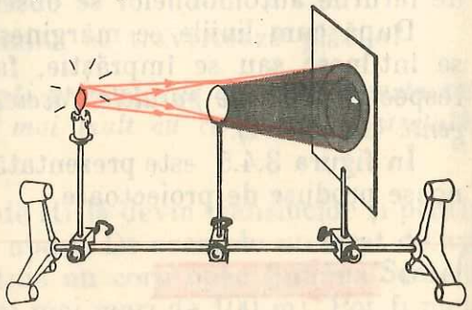


Fig. 3.4.7. Montaj experimental pentru observarea umbrei şi penumbrei.

Pe ecran veţi observa o regiune întunecată circulară, *umbra discului.*

Dimensiunile acesteia se modifică prin deplasarea discului, a ecranului sau a sursei de lumină. Dacă sursa este suficient de depărtată de obstacol umbra va fi bine conturată—cazul umbrelor determinate de lumina solară.

Dacă în locul lămpii de proiecţie folosim un simplu bec (fig. 3.4.7), pe ecran vor fi observate două regiuni, o regiune întunecată circulară — umbra şi o regiune înconjurătoare, mai puţin întunecată—*penumbra.*

Umbra însoţeşte orice obiect luminat.

Astfel în zilele cu soare puteţi observa umbrele pomilor sau ale caselor, umbre care-şi modifică lungimea în timpul zilei. Cum puteţi explica acest lucru?

Şi voi puteţi produce, după voie, pe un perete al unei camere diferite umbre. Astfel, dacă luaţi o sursă de lumină — un bec electric sau o lumînare — şi o aşezaţi în faţa unui perete alb, la o depărtare de 40—50 cm, potrivind un obiect între perete şi



sursa de lumină puteţi observa umbra acestuia. Dacă obiectul este o minge, pe perete apare o umbră circulară, iar dacă el este o cutie de chibrituri umbra va fi dreptunghiulară. Punînd o placă de sticlă pe care aţi desenat cu cerneală neagră o casă, umbra acestei case va apărea proiectată pe perete.

Pornind de la aceste constatări, s-au construit aparate pentru proiectarea pe perete a umbrelor diferitelor figuri desenate pe plăcuţe de sticlă sau pe foi transparente din materiale plastice.

Propagarea rectilinie a luminii, formarea umbrei şi penumbrei explică eclipsele totale sau parţiale de Soare şi de Lună.

Este cunoscut faptul că Luna are o mişcare de rotaţie în jurul Pămîntului şi că Luna şi Pămîntul se rotesc în jurul Soarelui.

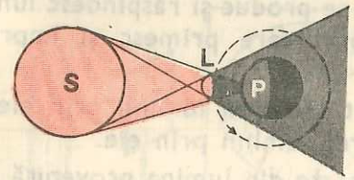



Fig. 3.4.8. Formarea eclipsei de Soare.

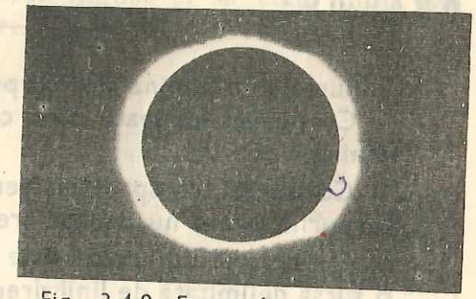


Fig. 3.4.9. Fotografia unei eclipse de Soare.

Atunci cînd Luna se află între Soare şi Pămînt (fig. 3.4.8) în regiunile de pe Pămînt aflate în zona de umbră determinată de Lună va fi eclipsă totală de Soare. În regiunile aflate în zona de penumbră va fi eclipsă parţială de Soare. În figura 3.4.9 este prezentată fotografia unei eclipse de Soare.

*Recomandare.* Priviţi eclipsa de Soare numai prin geam afumat, niciodată cu ochiul liber.

Atunci cînd Pămîntul se va afla între Soare şi Lună, Luna fiind situată complet în zona de umbră a Pămîntului, va fi eclipsă totală de Lună (Luna nu mai este luminată de Soare), iar cînd Luna va fi situată parţial în zona de umbră, va fi eclipsă parţială de Lună.

Folosind observaţia că umbrele corpurilor în lumina solară se modifică pe parcursul zilei, veţi putea construi un ceasornic solar, care să indice ora în funcţie de poziţia umbrei pe un cadran orizontal.

**Viteza luminii.** S-a constatat faptul că lumina, pentru a se propaga de la o sursă la un observator, are nevoie de un anumit

interval de timp și deci putem vorbi de viteza ei de propagare. În urma numeroaselor experimente de măsurare a acestei viteze (a căror dificultate a fost determinată de valoarea ei foarte mare), s-a stabilit că viteza de propagare a luminii în aer are valoarea de aproximativ 300 000 km/s, iar în alte medii transparente viteza se micșorează, depinzînd de natura mediului.

Spre exemplu în apă ea este de aproximativ 225 000 km/s iar în sticlă de aproximativ 200 000 km/s.

## Rezumat

Sursele de lumină sînt corpuri ce produc și răspîndesc lumină.

Corpurile luminate sînt corpuri care primesc și împrăștie lumina.

Corpurile transparente permit trecerea luminii prin ele, iar corpurile opace nu permit trecerea luminii prin ele.

Un fascicul de lumină este o parte din lumina provenită de la o sursă delimitată de linii drepte. El poate fi paralel, convergent sau divergent. Raza de lumină este o reprezentare a celui mai fin fascicul luminos. În medii omogene, lumina se propagă în linie dreaptă.

Viteza de propagare a luminii în aer este de aproximativ 300 000 km/s, iar în alte medii transparente are valori mai mici, ce depind de natura mediului.

### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Care din următoarele corpuri sînt surse de lumină și care sînt corpuri luminate: becul electric, oglinda, Luna, norii, licuricii?
2. Cum am putea verifica dacă rigla noastră este dreaptă?
3. La ce distanță se află Luna de Pămînt dacă lumina parcurge această distanță în 1,35 secunde?
4. Dacă distanța de la Soare la Pămînt este de 150 000 000 km, în cît timp va parcurge lumina această distanță?
5. Ținînd un deget ridicat în fața ochilor, la cîțiva decimetri și privind un obiect cu un singur ochi și apoi cu celălalt, veți constata o modificare a poziției obiectului față de deget. De ce?



### 3. Fenomenul de reflexie. Legea unghiurilor

Cu o suprafață lucioasă — o oglindă — puteți schimba, după voie, direcția fasciculelor luminoase. Priviți un fascicul luminos ce se propagă prin aer și întîlnește suprafața unei oglinzi. Veți constata că pe această suprafață fasciculul își schimbă direcția de propagare, rămînînd în același mediu. Fenomenul este cunoscut sub numele de *reflexia luminii.*

E *Experimentul 8.* Montați pe bancul optic o lampă de proiecție, un paravan cu o fantă (deschidere dreptunghiulară îngustă), un ecran prevăzut cu un disc gradat și o oglindă (fig. 3.4.10). Aprindeți becul și deplasați paravanul astfel încît fasciculul delimitat de fantă să fie foarte îngust și să cadă oblic pe oglindă sub diferite unghiuri. Observați cu atenție ce se întîmplă cu acest fascicul.

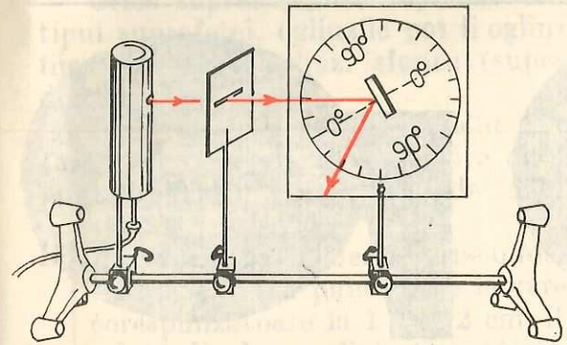



Fig. 3.4.10. Montaj experimental pentru observarea reflexiei luminii.

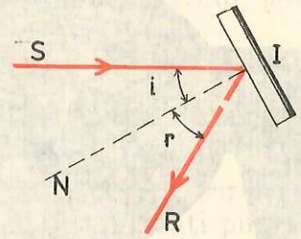



Fig. 3.4.11. Reprezentarea schematică a fenomenului de reflexie.

În figura 3.4.11, am reprezentat schematic fenomenul de reflexie, astfel:

— direcția fasciculului luminos ce întîlnește oglinda, numit *fascicul incident*, am reprezentat-o prin *raza incidentă SI*;

— punctul de intersecție al razei incidente cu suprafața oglinzii (*I*) îl numim *punct de incidență;*

— direcția fasciculului luminos ce pleacă de la oglindă, numit *fascicul reflectat*, am reprezentat-o prin *raza reflectată IR;*

— dreapta *NI*, perpendiculară pe planul oglinzii în punctul de incidență, o numim *normala la suprafața de reflexie;*

— unghiul format de raza incidentă *SI* cu normala la suprafață *NI* îl numim *unghi de incidență* $\hat{i}$, iar unghiul format de raza reflectată cu aceeași normală la suprafață *NI* îl numim unghi de *reflexie* $\hat{r}$.

Repetaţi experimentul 8 pentru diferite unghiuri de incidenţă şi determinaţi unghiurile de reflexie corespunzătoare.

În figurile 3.4.12; 3.4.13 şi 3.4.14 prezentăm fotografiile unui astfel de experiment pentru 3 unghiuri de incidenţă diferite. Rezultatele le-am trecut în tabelul care urmează.

| Figura | Unghiul de incidenţă ($i$) | Unghiul de reflexie ($r$) | Concluzia |
|---|---|---|---|
| 3.4.12 | 35° | 35° | $\hat{i} = \hat{r}$ |
| 3.4.13 | 20° | 20° | $\hat{i} = \hat{r}$. |
| 3.4.14 | 0° | 0° | $\hat{i} = \hat{r}$ |

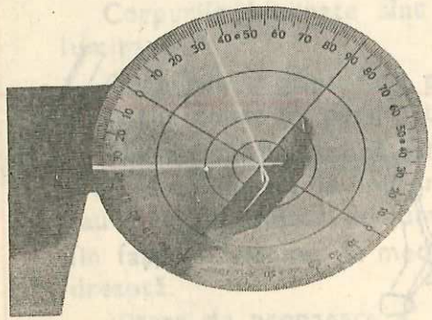


Fig. 3.4.12. Reflexie sub unghi de incidenţă de 35°.

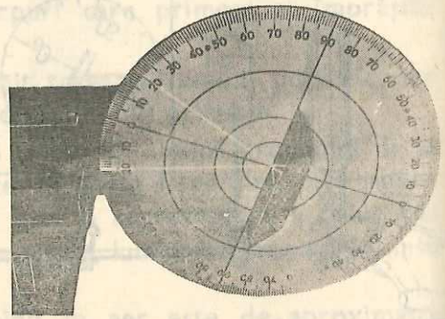


Fig. 3.4.13. Reflexie sub unghi de incidenţă de 20°.

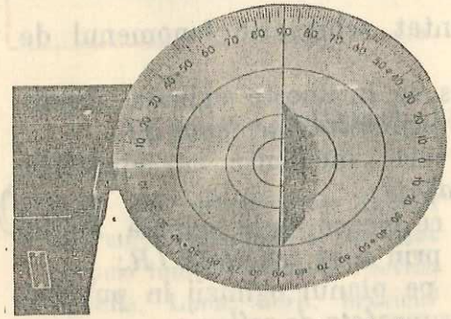


Fig. 3.4.14. La incidenţă normală, raza reflectată se întoarce pe acelaşi drum.

Adevărul pe care l-aţi descoperit îl numim *legea unghiurilor* pentru fenomenul de reflexie.

**Unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidenţă, $\hat{r} = \hat{i}$.**

Revenind la figura 3.4.11 să presupunem că lumina sosește la oglindă pe direcţia *RI*. După legea reflexiei ea se va reflecta



pe direcţia *IS*. Deci inversînd sensul de propagare al luminii nu schimbăm cu nimic traseul acesteia.

Toate obiectele, transparente sau opace, reflectă o parte din lumina care cade pe ele. Cele mai multe suprafeţe, datorită neregularităţilor, răspîndesc lumina în toate direcţiile, reflexia fiind numită *reflexie difuză*. Cu ajutorul luminii difuze putem vedea corpurile luminate, le putem observa forma şi culoarea, le putem deosebi de obiectele înconjurătoare. Acesta este cazul materialelor de genul hîrtiei albe, materiale care dau o reflexie difuză.

### 4. Oglinzi plane şi oglinzi sferice

Metalele lustruite, suprafeţele lichidelor reflectă mai bine lumina decît suprafeţele ce prezintă neregularităţi.

Orice suprafaţă, netedă, lucioasă, se numeşte oglindă. După tipul suprafeţei, oglinzile pot fi oglinzi plane (suprafaţa lucioasă fiind plană) şi oglinzi sferice (suprafaţa lucioasă făcînd parte dintr-o sferă).

Oglinzile plane obişnuite sînt formate din plăci de sticlă pe care s-a depus un strat subţire de argint. Ele îşi găsesc foarte multe aplicaţii, atît în viaţa de toate zilele cît şi în tehnică.

E | *Experimentul 9.* Desenaţi pe o foaie de hîrtie o linie orizontală. Luaţi pe ea un punct $O$, de la care începeţi să marcaţi punctele corespunzătoare la 1 cm, 2 cm, 3 cm şi 4 cm. În punctul $O$ perpendicular pe linia trasată şi pe foaia de hîrtie, aşezaţi o oglindă de buzunar (fig. 3.4.15). Priviţi în oglindă imaginea vîrfului unui creion aşezat pe a patra diviziune.

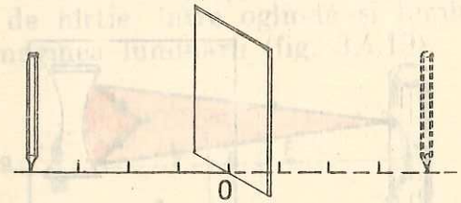



Fig. 3.4.15. Experiment pentru observarea imaginii într-o oglindă plană.

Veţi observa că imaginea acestuia se formează în spatele oglinzii. Citiţi diviziunea de pe imaginea riglei unde se vede imaginea vîrfului creionului şi comparaţi-o cu diviziunea pe care se află vîrful creionului.

**Concluzie.** *Imaginile obiectelor în oglinzi plane se formează în spatele acestora, la o distanţă faţă de oglindă egală cu distanţa*

*de la obiect la oglindă* (imaginile sînt simetrice cu obiectele față de planul oglinzii).

Deoarece oglinda face ca razele reflectate să apară ca și cum ar veni de la imagine, deși în realitate ele nu vin de la imagine, spunem că în oglindă s-a format o imagine *virtuală*.

E *Experimentul 10.* Potriviți două oglinzi plane în așa fel încît să facă între ele un unghi de 90°. Așezați o monedă ca în figura 3.4.16 și priviți imaginea ei în cele două oglinzi.

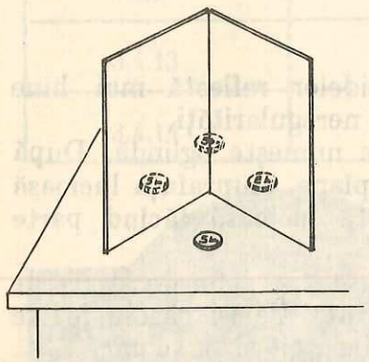


Fig. 3.4.16. Imaginile unei monede în două oglinzi plane perpendiculare.

Veți observa 3 imagini. Dacă veți potrivi oglinzile în așa fel încît să facă un unghi de 60° între ele, veți vedea 5 imagini, numărul imaginilor crescînd o dată cu micșorarea unghiului între oglinzi.

Oglinzile sferice, ale căror suprafețe lucioase fac parte dintr-o sferă, pot fi de două tipuri: *oglinzi concave*, la care suprafața lucioasă este în interiorul sferei și *oglinzi convexe* care au partea lucioasă în exterior.

E *Experimentul 11.* Pe bancul optic așezați: lampa de proiecție, un ecran paralel cu tija bancului optic și o oglindă concavă (fig. 3.4.17, *a*). Oglinda concavă o obțineți prin lipirea unei

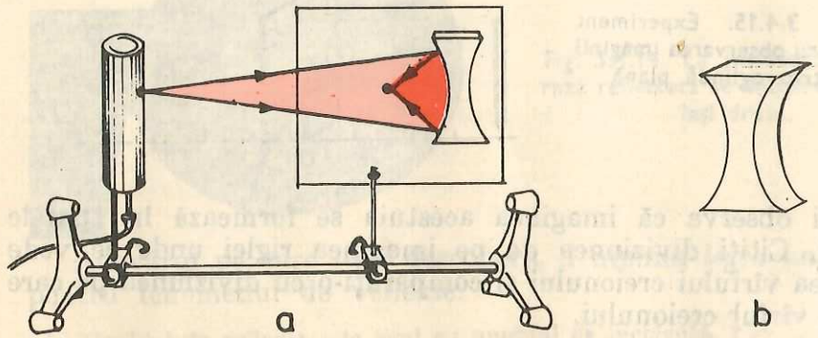



Fig. 3.4.17. Experiment pentru observarea reflexiei în oglinzi concave.



E foiță de staniol bine întinsă pe o suprafață laterală a piesei de plexiglas din trusa de fizică, de forma celei din figura 3.4.17,*b*. Oglinda concavă trebuie fixată la o distanță destul de mare de lampa de proiecție, pentru ca fasciculul de lumină ce cade pe ea să poată fi aproape paralel. Aprindeți lampa și urmăriți ce se întîmplă cu fasciculul reflectat pe oglindă.

Veți constata faptul că după reflexie fasciculul luminos va fi un fascicul convergent.

Prin urmare oglinda concavă transformă un fascicul luminos paralel în fascicul convergent.

Elementele unei oglinzi sferice sînt următoarele (fig. 3.4.18):

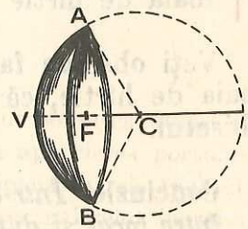



Fig. 3.4.18 Elementele unei oglinzi.

*a) centrul de curbură* al oglinzii (*C*) este centrul sferei din care face parte oglinda;

*b) vîrful* oglinzii este punctul *V* indicat în figura 3.4.18;

*c) axa optică principală* este dreapta ce trece prin vîrful oglinzii și prin centrul ei;

*d) focarul principal* al oglinzii (*F*) este un punct situat pe axa optică la jumătatea distanței între vîrf și centru. În el se întîlnesc razele care cad pe oglindă paralel cu axa optică principală;

*e) distanța focală* este distanța dintre focar și vîrful oglinzii.

Această distanță notată cu (*f*) este egală cu jumătate din lungimea razei sferei.

E *Experimentul 12.* Așezați o lumînare la o distanță față de oglindă mai mare decît dublul distanței focale a acesteia. Deplasați o foaie albă de hîrtie, între oglindă și lumînare, pînă observați pe ea imaginea lumînării (fig. 3.4.19).

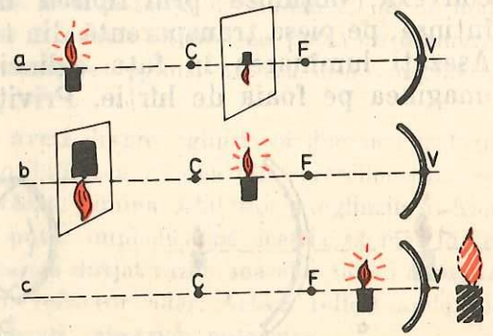



Fig. 3.4.19. Formarea imaginii într-o oglindă concavă.

Veţi constata că imaginea lumînării poate fi prinsă pe foaia de hîrtie (imagine reală) situată într-o anumită poziţie, că ea este răsturnată şi mai mică decît lumînarea (obiectul).

**Concluzie.** *Într-o oglindă concavă, imaginea unui obiect, situat la o distanţă de oglindă mai mare decît dublul distanţei focale, este reală, răsturnată şi mai mică decît obiectul.*

E *Experimentul 13.* Repetaţi experimentul precedent aşezînd lumînarea între focar şi dublul distanţei focale şi deplasaţi foaia de hîrtie pînă cînd obţineţi imaginea lumînării.

Veţi observa faptul că imaginea poate fi prinsă din nou pe foaia de hîrtie, că este răsturnată dar că este mai mare decît obiectul.

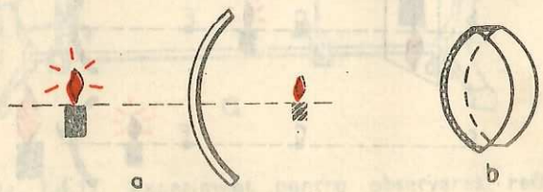
**Concluzie.** *Într-o oglindă concavă imaginea unui obiect situat între focar şi dublul distanţei focale este reală, răsturnată şi mai mare decît obiectul.*

E *Experimentul 14.* Aşezaţi lumînarea între focar şi oglindă, deplasaţi foaia de hîrtie încercînd să obţineţi imaginea lumînării şi apoi priviţi în oglindă.

Veţi constata că în acest caz imaginea nu mai poate fi prinsă pe foaia de hîrtie (spunem că este virtuală) şi este mai mare decît obiectul.

**Concluzie.** *Într-o oglindă concavă, imaginea unui obiect situat între focar şi oglindă este virtuală, nu este răsturnată (imagine dreaptă) şi este mai mare decît obiectul.*

E *Experimentul 15.* În acest experiment veţi folosi o oglindă convexă, obţinută prin lipirea unei foiţe de staniol bine întinsă, pe piesa transparentă din trusa de fizică (fig. 3.4.20). Aşezaţi lumînarea în faţa oglinzii şi încercaţi să obţineţi imaginea pe foaia de hîrtie. Priviţi în oglindă.




3.4.20. Imaginea într-o oglindă convexă.



Veţi constata faptul că imaginea nu poate fi prinsă pe foaia de hîrtie, că se formează în spatele oglinzii fiind mai mică şi nerăsturnată.

**Concluzie.** *Într-o oglindă convexă imaginea unui obiect este virtuală, dreaptă şi mai mică decît obiectul respectiv.*

*Lectură*

### Oglinda lui Arhimede

Într-o carte a sa, renumitul istoric grec Polibius povestea despre o bătălie care a avut loc între romani şi greci, în apropierea portului Siracuza, cu 200 ani î.e.n. Pe atunci, trăia în Grecia marele învăţat Arhimede, care era foarte priceput în construcţia galerelor (corăbii cu pînze şi vîsle) şi a fîntînilor arteziene.

Deşi era bătrîn, Arhimede a cerut să ia parte la luptă. Dar în loc de scut ori suliţă, el a venit înarmat cu o placă de aramă scobită şi lustruită pe o parte, o adevărată oglindă concavă.

Marea albastră, încinsă de soarele arzător de vară, legăna corăbiile flotei romane, care, cu pînzele umflate de vînt, se îndreptau ameninţătoare spre port.

Deodată Arhimede, instalat pe mal, a rotit oglinda spre corabia din fruntea flotei romane, concentrînd razele Soarelui asupra ei. Corabia se lumină, pe punte se făcu vălmăşeală, războinicii aruncară scuturile din mîini şi orbiţi de lumină săriră speriaţi în apă. Pînza cea mare se înnegri şi deodată fu cuprinsă de uriaşe limbi de foc. Prima corabie romană luase foc. După ea au urmat celelalte pînă cînd flota romană se retrase învinsă din această luptă.

Desigur că această povestire are foarte puţin adevăr ştiinţific. Presupunînd corăbiile romane la o distanţă de numai 20 m de mal, pentru a le aprinde, oglinda ar fi trebuit să aibă cel puţin un diametru de 10 m. Construcţia unei asemenea oglinzi nu era însă posibilă pe vremea lui Arhimede.

Cunoştinţele pe care le aveţi despre oglinzi vă duc la concluzia că Arhimede nu a avut posibilitatea să dea foc corăbiilor romane, dar un lucru este totuşi adevărat: lumina orbitoare a oglinzii şi frica provocată de aceasta i-ar fi putut împiedica pe aceştia să mai lupte.

Arhimede a fost primul care a dirijat razele soarelui într-o anumită direcţie, creînd astfel primul reflector solar. Astăzi reflectoarele folosesc ca surse de lumină becuri electrice puternice.

## Rezumat

Reflexia luminii este fenomenul prin care un fascicul luminos, întîlnind o suprafață de separare cu alt mediu, își schimbă direcția de propagare dar rămîne în același mediu.

La reflexie, unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidență (legea unghiurilor).

Imaginea unui obiect într-o oglindă plană este simetrică cu acesta față de planul oglinzii și virtuală.

Într-o oglindă concavă, un obiect situat dincolo de dublul distanței focale dă o imagine reală, răsturnată și mai mică decît obiectul. Un obiect situat între focar și dublul distanței focale dă o imagine reală răsturnată și mai mare decît obiectul. Un obiect situat între focar și oglindă dă o imagine virtuală, dreaptă și mai mare decît obiectul.

Într-o oglindă convexă imaginile sînt virtuale, drepte și mai mici decît obiectele.

### Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Un fascicul luminos foarte îngust cade pe o oglindă plană sub un unghi de incidență de 30 grade. Ce valoare va avea unghiul format de fasciculul incident cu cel reflectat?

2. Ce valoare va trebui să aibă unghiul de incidență pentru ca fasciculul incident să fie perpendicular pe fasciculul reflectat?

3. Utilizîndu-se două oglinzi, să se imagineze un dispozitiv astfel încît, după a doua reflexie, fasciculul luminos să rămînă pe aceeași direcție dar să fie deplasat cu o anumită distanță (periscop).

4. Cum trebuie dispuse două oglinzi în interiorul unei cutii astfel încît fasciculul incident și cel reflectat să aibă direcția și sensul dat din figura 3.4.21?

5. Pe baza cunoștințelor despre reflexia luminii puteți construi un dispozitiv care să servească la obținerea motivelor de desen pentru picturi decorative, dispozitiv numit caleidoscop.

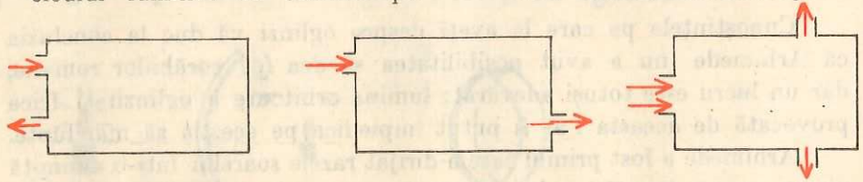


Fig. 3.4.21 Pentru problema 4.



Pentru acesta sînt necesare trei oglinzi dreptunghiulare lungi de 120 mm și late de 40 mm, un cilindru de carton lung de 140 mm și cu diametrul de 51 mm, trei triunghiuri echilaterale de sticlă și bucățele de sticlă divers colorate. Acestea se asamblează ca în figura 3.4.22, între triunghiurile apropiate introducîndu-se bucățele de sticlă. Ultimul triunghi este bine să fie din sticlă mată sau dacă nu aveți astfel de sticlă, lipiți pe triunghiul din sticlă obișnuită hîrtie de calc. Pentru ca cilindrul să nu se deformeze, între el și oglinzi se introduce hîrtie.

Privind prin acest cilindru, datorită reflexiei pe cele trei oglinzi, veți observa diferite figuri geometrice care se modifică prin schimbarea poziției bucățelelor de sticlă din interior.

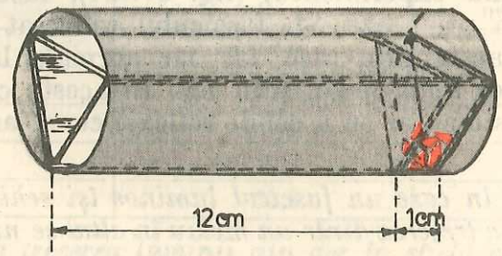



Fig. 3.4.22. Caleidoscop.

### 5. Fenomenul de refracție — indice de refracție

Ați observat faptul că lumina traversează medii transparente, că o vergea introdusă în apă pare frîntă la suprafața de separare cu aerul, că obiectele situate pe fundul unei ape limpezi par mai apropiate de suprafața apei.

Pentru a înțelege fenomenele ce au loc în aceste situații efectuați următorul experiment.

E *Experimentul 16.* Pe bancul optic instalați lampa de proiecție, o plăcuță cu fantă și o cuvă optică cu apă care să conțină pulbere fină de aluminiu sau praf de cretă. Paralel cu fasciculul luminos introduceți în apă un disc optic pînă la diametrul orizontal (fig. 3.4.23). Potriviți fanta astfel ca fasciculul luminos să cadă în centrul discului, pe suprafața apei.

Se observă că, la suprafața apei, fasciculul luminos suferă două fenomene; un fenomen de reflexie, determinat de schimbarea direcției fasciculului și rămînerea lui în același mediu ($IR$) și un fenomen de refracție determinat de trecerea luminii din aer în apă ($IR'$). Schimbarea direcției fasciculului luminos la trecerea

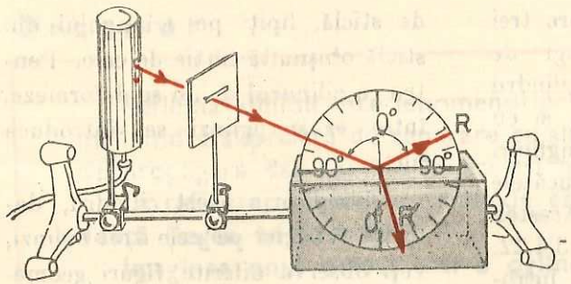



Fig. 3.4.23. Montaj experimental pentru observarea refracției luminii.

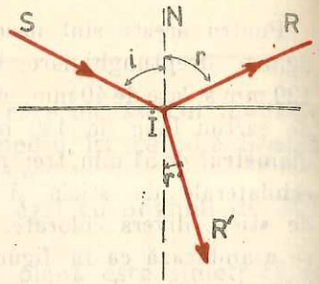



Fig. 3.4.24. Schema fenomenului de refracție.

din aer în apă este determinată de viteza de propagare diferită a luminii în cele două medii.

Schematizînd experimentul (fig. 3.4.24), fasciculul incident îl reprezentăm prin raza $SI$, fasciculul reflectat prin raza $IR$, fasciculul refractat prin raza $IR'$ iar normala la suprafața de separare a celor două medii prin $IN$. În aceste condiții unghiul de incidență este notat cu $i$, cel de reflexie cu $r$, iar cel de refracție cu $r'$.

*Fenomenul în care un fascicul luminos își schimbă direcția de propagare la trecerea dintr-un mediu în altul se numește refracție.*

Pentru fiecare mediu transparent se poate defini un *indice de refracție* $n$ ca fiind raportul între viteza de propagare a luminii în vid $c$ și viteza luminii în mediul respectiv $v$: $n = \frac{c}{v}$.

Deoarece în vid și în aer viteza luminii este de aproximativ 300 000 km/s, în apă 225 000 km/s, iar în sticlă de aproximativ 200 000 km/s, indicii de refracție pentru aceste medii vor fi:

$$n_{aer} = \frac{c}{v_{aer}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{300\,000 \text{ km/s}} = 1;$$

$$n_{apă} = \frac{c}{v_{apă}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{225\,000 \text{ km/s}} = 1{,}33;$$

$$n_{sticlă} = \frac{c}{v_{sticlă}} = \frac{300\,000 \text{ km/s}}{200\,000 \text{ km/s}} = 1{,}5.$$

E *Experimentul 17.* Așezați pe bancul optic lampa de proiecție, plăcuța cu fantă și discul optic prevăzut cu un semicilindru de sticlă așa cum se vede în figura 3.4.25. Aprindeți lampa de proiecție și rotiți discul împreună cu semicilindrul de sticlă astfel încît unghiul de incidență să aibă valorile 0°; 20°; 30°; 40°; 50° și 60°. Pentru fiecare caz notați valorile unghiului de refracție. Alcătuiți un tabel, astfel:



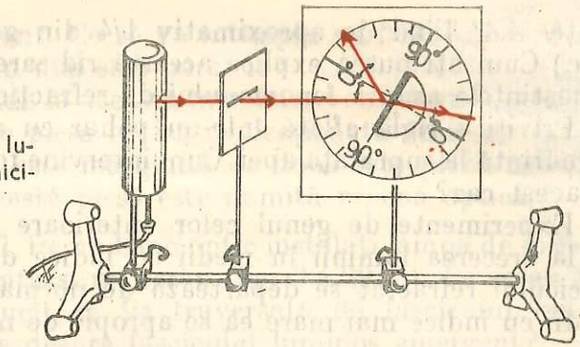



Fig. 3.4.25. Refracția luminii printr-un semicilindru de sticlă.

| Unghi de incidență $i$ (în grade) | Unghi de refracție $r'$ (în grade) | Raportul $i/r'$ |
|---|---|---|
| 0 | 0 | nedeterminat |
| 20 | 13,3 | 1,50 |
| 30 | 19,6 | 1,53 |
| 40 | 25,2 | 1,59 |
| 50 | 30,7 | 1,63 |
| 60 | 35,1 | 1,71 |

**Concluzie.** *La trecerea luminii din aer în sticlă ea își schimbă direcția de propagare astfel încît unghiul de refracție este mai mic decît cel de incidență. Dacă fasciculul incident este perpendicular pe suprafața de separare, el va trece în sticlă pe aceeași direcție.*

Cunoscînd faptul că inversînd sensul de propagare a luminii nu schimbăm cu nimic traseul acesteia, ce puteți spune despre trecerea luminii din sticlă în aer?

Priviți de sus într-un vas cu apă, pe fundul căruia se află o monedă (fig. 3.4.26). Veți vedea imaginea acesteia în $A'$. (Dis-

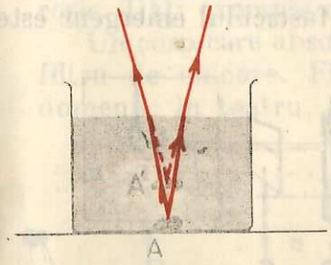



Fig. 3.4.26. Imaginea unei monede aflată într-un vas cu apă.

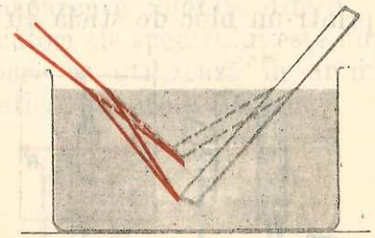


Fig. 3.4.27. O riglă aflată într-un vas cu apă pare frîntă la suprafața de separare.

tanța $AA'$ fiind de aproximativ 1/4 din grosimea stratului de apă.) Cum ați putea explica această ridicare a imaginii utilizînd cunoștințele asupra fenomenului de refracție?

Priviți o riglă aflată într-un pahar cu apă (fig. 3.4.27). Ea pare frîntă la suprafața apei. Cum intervine fenomenul de refracție în acest caz?

Experimente de genul celor anterioare ne duc la concluzia că la trecerea luminii în medii cu indice de refracție mai mic, fasciculul refractat se depărtează de normală iar la trecerea în medii cu indice mai mare ea se apropie de normala la suprafață.

### 6. Refracția luminii printr-o lamă cu fețe plane și paralele

Ați observat o bucată dintr-un geam de sticlă și ați remarcat că este mărginită de două suprafețe plane și paralele. Ea constituie o lamă cu fețele plane și paralele. Să cercetăm cum trece lumina printr-o astfel de lamă.

E *Experimentul 18.* Montați pe bancul optic lampa de proiecție, plăcuța prevăzută cu o fantă și un ecran (fig. 3.4.28). Fixați pe ecran o lamă de plexiglas, la început cu fețele perpendiculare pe fascicul *(a)* și apoi în așa fel încît fasciculul să cadă oblic pe lamă *(b)*. Priviți apoi fasciculul luminos care iese din lamă — fascicul *emergent*. Ce puteți spune despre direcția lui?

Traversînd lama, fasciculul luminos suferă două refracții succesive, una la intrarea în lamă iar cealaltă la ieșirea din ea. Dacă lumina cade perpendicular pe lamă ea trece pe aceeași direcție iar dacă va cădea oblic, fasciculul emergent va fi deviat față de cel incident cu o anumită distanță și va fi paralel cu fasciculul incident.

### 7. Refracția luminii printr-o prismă optică

Ați constatat din experimentul anterior că, trimițînd lumina printr-un bloc de sticlă cu fețe paralele, fasciculul emergent este

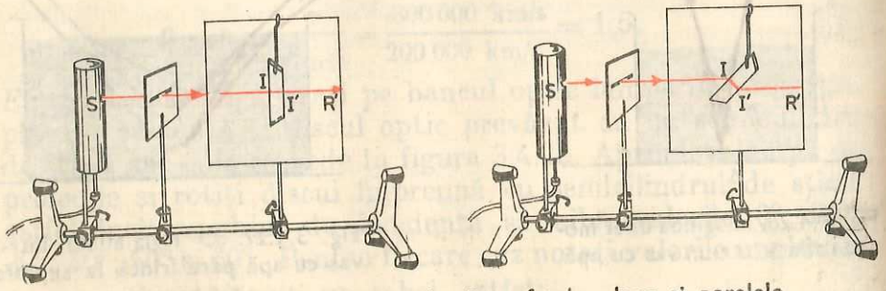



Fig. 3.4.28. Refracția într-o lamă cu fețele plane și paralele.



paralel cu cel incident. Ce se va întîmpla cu fasciculul emergent dacă fețele plane nu mai sînt paralele?

Pentru a răspunde la această întrebare vom efectua experiențe în care vom folosi o piesă optică confecționată dintr-un material transparent și care este mărginită de două fețe plane neparalele (fig. 3.4.29, *a*). Această piesă este numită prismă optică.

E *Experimentul 19.* Pe un banc optic instalați lampa de proiecție, plăcuța cu o fantă și un ecran (fig. 3.4.29, *b*). Pe ecran fixați prisma astfel încît să fie traversată de fasciculul luminos. Ce puteți spune despre fasciculul luminos emergent?

Veți constata faptul că fasciculul ce traversează prisma este deviat spre baza acesteia și că la ieșire din prismă fasciculul emergent este colorat. Din mulțimea culorilor distingem 7 culori principale (vezi planșa de la sfîrșitul manualului): roșu (deviat cel mai puțin), portocaliu, galben, verde, albastru, indigo și violet (deviat cel mai mult). Aceste culori sînt numite culori spectrale.

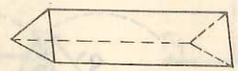
Lumina provenită de la lampa de proiecție sau de la Soare este numită lumină albă. În urma trecerii prin prismă această lumină albă este descompusă în lumină colorată în culorile spectrale.

### 8. Culoarea corpurilor

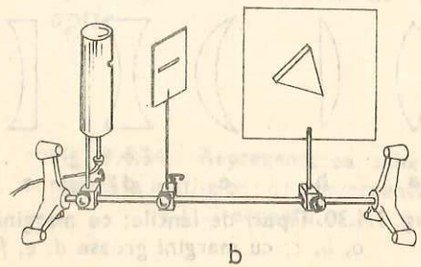
Trăim într-o lume cromatică, natura însăși prezentînd un veritabil belșug de culori. Culoarea corpurilor iluminate provine din modul în care acestea acționează asupra culorilor spectrale ce compun lumina albă.

Spre exemplu, pentru un corp transparent incolor (sticla incoloră) lumina emergentă are aceeași compoziție ca cea incidentă. Un corp transparent colorat în roșu absoarbe din lumina albă celelalte culori, lăsînd să treacă numai lumina de culoare roșie. Dați exemple de corpuri transparente colorate diferit.

Un corp care absoarbe anumite culori ale spectrului este numit filtru de culoare. Filtrele de culoare se utilizează în anumite domenii: în teatru, în arta fotografică, la proiecție etc.



a



b

Fig. 3.4.29. *a)* Prisma optică; *b)* montaj experimental pentru observarea imaginii prin prismă.

Corpurile opace albe difuzează la fel toate culorile în timp ce corpurile opace colorate reflectă numai culoarea respectivă, celelalte culori fiind absorbite. Daţi exemple de corpuri opace, colorate diferit.

Corpurile negre absorb lumina.

## 9. Refracţia luminii prin lentile

De multe ori aţi folosit diascopul pentru proiectarea unor diafilme sau diapozitive sau aţi utilizat aparatul de fotografiat. De asemenea, la lecţiile de ştiinţele naturii, aţi folosit lupa sau microscopul. Aceste instrumente optice au ca părţi constitutive lentilele (lentile construite în majoritatea cazurilor din sticlă).

*Corpul transparent mărginit de două suprafeţe sferice sau de o suprafaţă sferică şi una plană este numit lentilă.*

În figura 3.4.30 sînt prezentate diferite tipuri de lentile, lentile cu margini subţiri *a*, *b*, *c* şi lentile cu margini groase *d*, *e* şi *f*.

Elementele unei lentile sînt (fig. 3.4.31):

*a) centrele de curbură* sînt centrele sferelor din care fac parte cele două feţe ale lentilei ($C_1$ şi $C_2$);

*b) razele de curbură* ($R_1$ şi $R_2$);

*c) axa optică principală* este dreapta ce trece prin cele două centre de curbură;

*d) focarele principale* ale lentilei sînt două puncte ($F_1$ şi $F_2$) situate pe axa optică principală de o parte şi de alta a lentilei. Poziţia lor pe axa optică va fi precizată după ce veţi efectua experimentul 21.

E *Experimentul 20.* Montaţi pe bancul optic lampa, plăcuţa cu trei fante şi ecranul (fig. 3.4.32). Pe ecran fixaţi lentila din plexiglas care are ambele feţe curbate în exterior, astfel încît fasciculul luminos să cadă în partea centrală a lentilei. Observaţi comportarea fasciculului emergent. Repetaţi experimentul utilizînd o lentilă care are feţele curbate în interior (fig. 3.4.33).

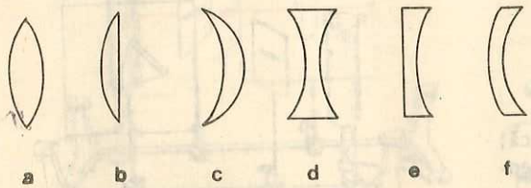



Fig. 3.4.30. Tipuri de lentile: cu margini subţiri *a*, *b*, *c*; cu margini groase *d*, *e*, *f*.

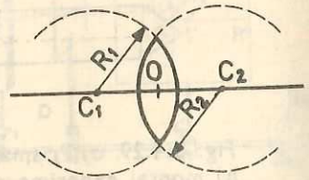



Fig. 3.4.31. Elementele unei lentile.



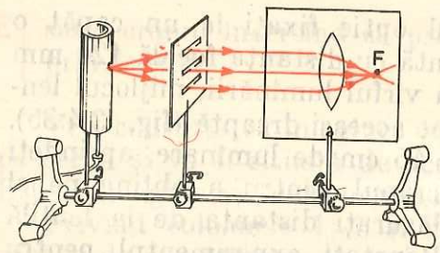



Fig. 3.4.32. Refracţia luminii prin lentile convergente.

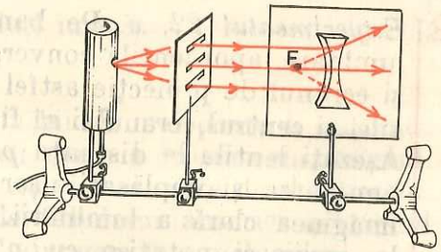



Fig. 3.4.33. Refracţia luminii prin lentile divergente.

În primul caz, pe ecran, veţi constata faptul că fasciculul emergent este convergent, se strînge într-un punct $F$, focarul lentilei (fig. 3.4.32), iar în al doilea caz fasciculul emergent se împrăştie, este divergent (fig. 3.4.33).

**Concluzie.** *Unele lentile transformă un fascicul paralel într-un fascicul convergent şi se numesc lentile convergente. Alte lentile transformă fasciculul paralel într-unul divergent şi se numesc lentile divergente.*

Lentilele a căror grosime măsurată pe axa principală este foarte mică în comparaţie cu lungimea razelor de curbură sînt numite lentile subţiri. Ele se reprezintă schematic ca în figura 3.4.34, punctul $O$ fiind numit centrul optic al lentilei.

E *Experimentul 21.* Fixaţi pe bancul optic lampa de proiecţie şi la o distanţă de 1,5 m de ea ecranul. Montaţi lentila convergentă pe care este scris $F + 120$ într-un trepied şi deplasaţi-o faţă de ecran pînă ce pe acesta obţineţi un punct luminos focarul $F$. Măsuraţi distanţa dintre lentilă şi ecran cu ajutorul unei rigle. Această distanţă este numită distanţă focală şi este notată cu $f$. Întoarceţi lentila astfel ca lumina să cadă pe cealaltă faţă şi măsuraţi din nou distanţa focală.

**Concluzie.** *O lentilă are două focare. Aceste două focare sînt egal depărtate de centrul ei optic.*

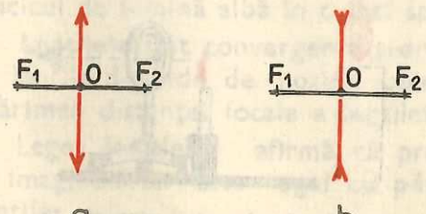



Fig. 3.4.34. Reprezentarea schematică a lentilelor: *a)* convergente; *b)* divergente.

E | *Experimentul 22, a.* Pe bancul optic fixaţi la un capăt o lumînare, apoi lentila convergentă cu distanţa focală 120 mm şi ecranul de proiecţie astfel ca vîrful lumînării, mijlocul lentilei şi centrul ecranului să fie pe aceeaşi dreaptă (fig. 3.4.35). Aşezaţi lentila la distanţa $p = 15$ cm de lumînare, aprindeţi lumînarea şi deplasaţi uşor ecranul pentru a obţine pe el imaginea clară a lumînării. Măsuraţi distanţa de la lentilă la ecran şi notaţi-o cu $p'$. Repetaţi experimentul pentru $p = 21$ cm şi pentru $p = 28$ cm, notaţi rezultatele măsurătorilor într-un tabel şi efectuaţi calculele indicate. Observaţi de fiecare dată caracteristicile imaginii.

| Distanţa obiect-lentilă $p$(cm) | Distanţa imagine lentilă $p'$(cm) | Distanţa focală $f$(cm) | Distanţa obiect focar $d=p-f$ | Distanţa imagine focar $d'=p'-f$ | $d\cdot d'$ (cm$^2$) | $f^2$ (cm$^2$) | Natura imaginii |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 60 | 12 | 3 | 48 | 144 | 144 | reală şi răsturnată |
| 21 | 28 | 12 | 9 | 16 | 144 | 144 | reală şi răsturnată |
| 28 | 21 | 12 | 16 | 9 | 144 | 144 | reală şi răsturnată |

Analizînd datele din tabelul prezentat remarcaţi egalitatea:

$$d \cdot d' = f^2.$$

Această egalitate reprezintă *legea lentilelor.*

**Produsul distanţelor de la obiect la focar şi de la imagine la focar este egal cu pătratul distanţei focale a lentilei.**

E | *b)* Repetaţi experimentul precedent apropiind lentila la o distanţă mai mică de 12 cm de lumînare (fig. 3.4.36) şi deplasaţi ecranul încercînd să prindeţi imaginea lumînării. Priviţi prin lentilă.

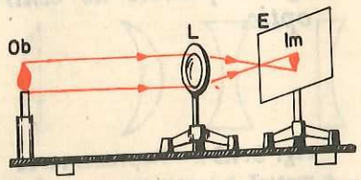



Fig. 3.4.35. Formarea imaginii într-o lentilă convergentă.

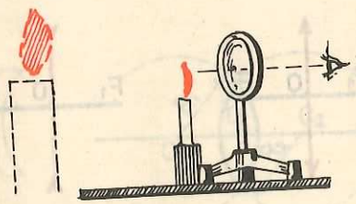


Fig. 3.4.36. Imagine virtuală într-o lentilă convergentă.



Veţi constata că imaginea lumînării nu mai poate fi obţinută pe ecran şi va fi situată de aceeaşi parte a lentilei cu obiectul. Este o imagine virtuală nerăsturnată şi mai mare decît obiectul.

Privind coloanele 1, 3 şi 8 ale tabelului anterior şi ţinînd cont şi de constatarea de mai sus, ajungem la concluziile:

— *cînd obiectul este situat la o distanţă de lentila convergentă mai mare decît distanţa focală, imaginea lui este reală şi răsturnată;*

— *cînd obiectul se află între focar şi lentila convergentă, imaginea lui este virtuală dreaptă şi mai mare decît obiectul.*

Înlocuind lentila convergentă cu una divergentă veţi constata faptul că imaginea nu poate fi prinsă pe ecran, oricare ar fi distanţa la care se află lumînarea. Privind prin lentilă veţi constata faptul că *imaginea dată de o lentilă divergentă este totdeauna virtuală, dreaptă şi mai mică decît obiectul.*

## Rezumat

Refracţia luminii este fenomenul prin care lumina trece dintr-un mediu transparent în alt mediu transparent, schimbîndu-şi direcţia de propagare.

Fiecare mediu transparent este caracterizat printr-un indice de refracţie ($n$) egal cu raportul între viteza luminii în vid şi viteza luminii în mediul respectiv. La trecerea dintr-un mediu cu indice de refracţie mai mic într-un mediu cu indice de refracţie mai mare, fasciculul refractat se apropie de normala la suprafaţa de separare a celor două medii.

Trecînd printr-o lamă cu feţele plane şi paralele, fasciculul emergent rămîne paralel cu cel incident.

Prisma optică deviază un fascicul luminos şi descompune un fascicul de lumină albă în culori spectrale.

Lentilele sînt convergente şi divergente. Formarea imaginilor în lentile depinde de poziţia obiectului faţă de lentilă şi de mărimea distanţei focale a lentilei.

Legea lentilelor afirmă că produsul distanţelor obiect-focar şi imagine-focar este egal cu pătratul distanţei focale a acelei lentile.

## Întrebări. Exerciții. Probleme

1. Figura 3.4.37 arată drumul parcurs de lumină la trecerea din aer în sticlă. În desen, sticla se află în partea dreaptă sau în cea stîngă? Justificați afirmația.

2. Dacă valoarea indicelui de refracție al diamantului este 2,42 determinați viteza de propagare a luminii în acest mediu.

3. În figura 3.4.38 care din cele trei situații este posibilă, dacă considerăm că lumina trece din aer în apă?

4. Un scafandru privește din apă, de la o anumită adîncime, o pasăre. Va aprecia el corect înălțimea la care zboară pasărea? O va vedea mai jos decît se află ea în realitate sau mai sus? Argumentați răspunsul.

5. Care dintre cele două desene pentru refracția printr-o lamă cu fețele plane și paralele, din figura 3.4.39 este corect. Cum explicați?

6. În figura 3.4.40, un fascicul luminos paralel intră în fiecare cutie dinspre stînga. Arătați ce piesă optică ar trebui să fie în fiecare cutie astfel încît efectul final să fie cel arătat în figură.

7. În fața unei lentile convergente cu distanța focală de $f = 10$ cm se așază o lumînare la o distanță de 50 cm. La ce distanță de lentilă va trebui să așezăm un ecran pentru a obține pe el imaginea clară a flăcării lumînării? Ce puteți spune despre caracteristicile imaginii.

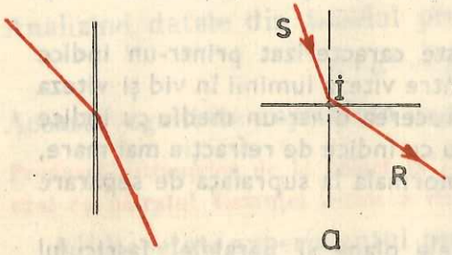


Fig. 3.4.37

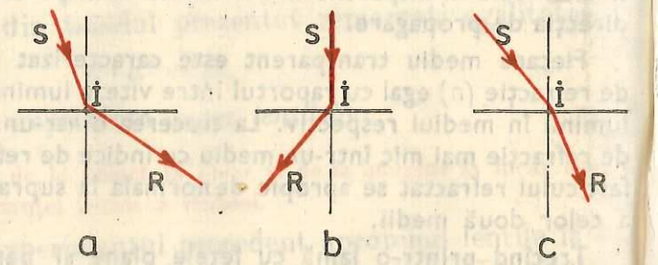



Fig. 3.4.38

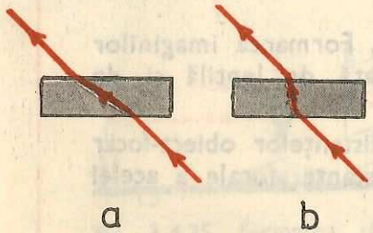
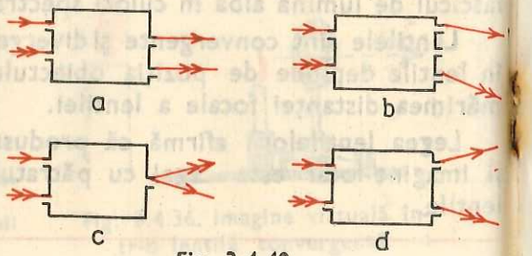



Fig. 3.4.39



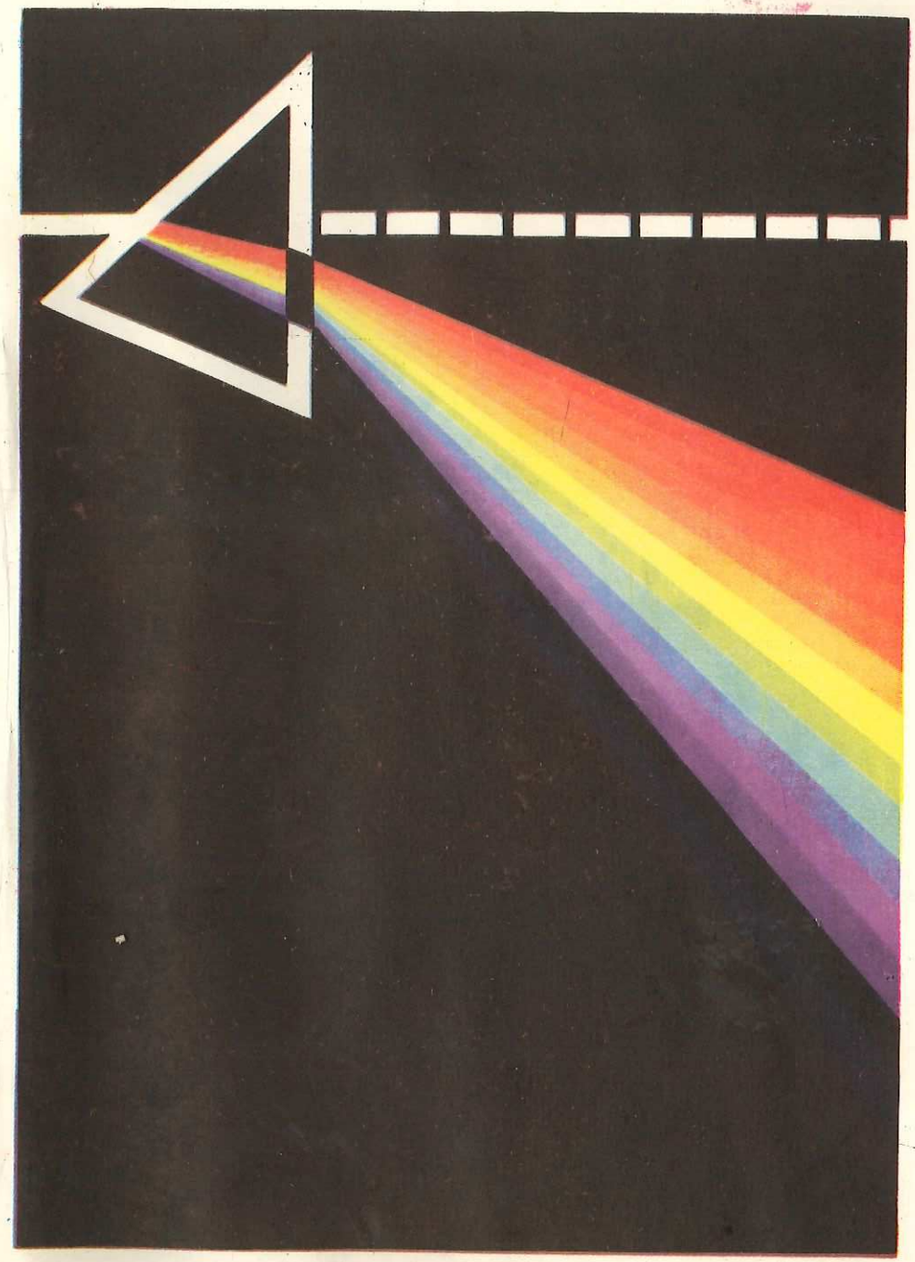


Fig. 3.4.40